Verkenning verduurzaming en mining voormalige stortplaatsen in Nederland

Ministerie Infrastructuur en Milieu

25 juni 2015

Definitief rapport

BD1581

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
PLANNING & STRATEGY

Entrada 301	
Postbus 94241	
1090 GE Amsterdam	
+31 20 569 77 00	Telefoon
info@amsterdam.royalhaskoning.com	E-mail
www.royalhaskoningdhv.com	Internet
Amersfoort 56515154	KvK

Documenttitel	Verkenning verduurzaming en mining voormalige stortplaatsen in Nederland
Verkorte documenttitel	
Status	Definitief rapport
Datum	25 juni 2015
Projectnaam	
Projectnummer	BD1581
Opdrachtgever	Ministerie Infrastructuur en Milieu
Referentie	BD1581/R0003/902281/Amst

Auteur(s) dr. M.J.M. van Meeteren, Ir. V. Steenhof, E. van Dijk M. Sc. en D. Zegers B.Sc.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING

Deze verkenning richt zich op verduurzaming en ‘mining’ van voormalige stortplaatsen. In deze inleiding wordt eerst de aanleiding van deze verkenning beschreven (1.1), gevolgd door de doelstelling en de aanpak van deze verkenning (1.2).

1.1 Aanleiding

Ontwikkelingen in het storten van afval
Tot het eind van de jaren 80 verdween het grootste deel van ons huishoudelijke afval in Nederland op een stortplaats (Compendium voor de Leefomgeving). Tot die tijd werd gestort zonder bodem beschermende voorzieningen. Van dit soort stortplaatsen, voormalige stortplaatsen genoemd, liggen er 3000 tot 6000 in Nederland (cijfers variëren afhankelijk van de exacte definitie van een ‘voormalige stortplaats’).

Vanaf de jaren 90 werden de zogenaamde ‘moderne’ stortplaatsen aangelegd met steeds betere bodem beschermende voorzieningen. In deze stortplaatsen is het afval geïsoleerd van zijn omgeving om ongewenste en ongecontroleerde emissies te voorkomen. Door het nationale milieubeleid is de jaarlijkse hoeveelheid gestort afval drastisch afgenomen. In 2012 werd nog maar 1% van ons huishoudelijk afval gestort, 61% werd gerecycled of gecomposteerd en de overige 39% werd verbrand met energie-opwekking (Eurostat).

Milieurisico en ruimtebeslag voormalige stortplaatsen
Veel voormalige stortplaatsen hebben geen of een laagwaardige herbestemming en nemen zo ruimte in die hoogwaardiger gebruikt zou kunnen worden. Afbraak en uitloging van het afval in deze voormalige stortplaatsen zorgden voor ongewenste milieu effecten, zoals emissie van stortgas en vervuiling van de onderliggende bodem en grondwater. Deze stortplaatsen blijven een potentieel risico voor de bodem.
Uit de Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS) onderzoeken is gebleken dat in veel gevallen de actuele milieurisico’s op en rondom voormalige stortplaatsen beperkt zijn (Werkgroep Nazorg Voormalige Stortplaatsen, 2005). Dit wordt toegeschreven aan verplaatsing en verdunning door grondwaterstroming en aan het optreden van processen in en onder het stort die zijn samen te vatten met de term Natural Attenuation (N.A.-processen).

Toepassing afval voormalige stortplaatsen
Het denken over afval en het omgaan met afval blijft zich echter ontwikkelen. Het concept van de circulaire economie, de roep om duurzaamheid en de wens om het gebruik van primaire grondstoffen te reduceren (European Commission, 2005), zorgen voor een hernieuwde aandacht voor de oude (voormalige) stortplaatsen. Volgens de gedachte van de circulaire economie vormen de vele miljoenen tonnen afval in deze voormalige stortplaatsen een potentiele bron van grondstoffen.

Door toepassing van gestort afval zou het potentieel aan milieurisico afnemen, zou een ander hoogwaardiger ruimtegebruik mogelijk worden en zou het gebruik van primaire grondstoffen afnemen door recycling van het gestorte materiaal. In het verleden heeft dit al in de belangstelling gestaan maar is het weinig gerealiseerd.

De hernieuwde aandacht leidt tot de vraag of er nu wél technische en economische maatregelen haalbaar zijn bij de voormalige stortplaatsen, die de eerder genoemde voordelen opleveren ten aanzien van milieu, ruimtebeslag en gebruik van primaire grondstoffen. Daarnaast leiden de ontwikkelingen met verduurzaming van moderne

stortplaatsen tot vraag of er ook mogelijkheden zijn tot verduurzaming van voormalige stortplaatsen.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze deskstudie is een inventarisatie van technische en economische mogelijkheden en de haalbaarheid van deze mogelijkheden van verduurzaming van voormalige stortplaatsen en van de mogelijkheden van afvalmining van voormalige stortplaatsen.

1.3 Werkwijze

Deze deskstudie is een verkenning op basis van bestaande literatuur, rapporten en gegevens en gesprekken met enkele deskundigen bij relevante kennisinstituten en koplopers (tabel 1) en eigen ervaring van specialisten binnen Royal HaskoningDHV.

Het rapport is opgebouwd uit een algemeen deel met onder andere wet- en regelgeving en beleid: hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 en 4 gaan in op de mogelijkheden en haalbaarheid van verduurzaming. Hoofdstuk 5 tot en met 7 gaat in op de mogelijkheden en haalbaarheid van mining. In hoofdstuk 8 zijn de discussie, conclusies en aanbevelingen opgenomen.

Tabel 1 Geraadpleegde deskundigen

Deskundige	specialisme o.a.	waarom betrokken
Prof. Dr. Ir. T.J. Heimovaara, TUDelft	Hoogleraar Geo-Environmental Engineering	o.a. onderzoek naar methoden om stortlichamen zodanig te stabiliseren dat er geen onaanvaardbaar risico's voor het milieu meer optreden. Als onderzoeker betrokken bij project Introductie Duurzaam Stortbeheer.
Prof. Dr. R. N.J. Comans, Wageningen UR	Hoogleraar bodemscheikunde en chemische bodemkwaliteit.	Als onderzoeker o.a. betrokken bij de ontwikkeling van de emissietoetswaarden voor het beoordelen van duurzaam stortbeheer op pilotstortplaatsen (IDS)
Dr. Ir. P. T. Jones, KU Leuven	Research manager Industrial ecology, high temperature processes and Sustainable (Inorganic) Materials Management	Voorzitter van het Vlaamse onderzoeks consortium Enhanced Landfill Mining (ELFM) en coördinator van de ontwikkeling van een Europees ELFM consortium. Als onderzoeker o.a. betrokken bij resource

Deskundige	specialisme o.a.	waarom betrokken
		recovery Closing The Circle project Remo stortplaats in Vlaanderen.
Ir. L. Umans, Public Waste Agency of Flanders (OVAM), Rijksoverheid	Expert Final Waste Treatment	Vanuit de OVAM o.a. betrokken bij het ELFM project Remo stortplaats.
Ir. R. van Tilburg, Royal HaskoningDHV	Senior adviseur duurzaam ondernemen en corporate social responsibility	Expert op gebied van duurzaam ondernemen en circulaire economie

2 VOORMALIGE STORTPLAATSEN WET- EN REGELGEVING EN BELEID

Ter vergelijking wordt in dit hoofdstuk ook beknopt de wet- en regelgeving voor “moderne” stortplaatsen beschouwd. Het beleidskader voor voormalige stortplaatsen is van toepassing op zowel verduurzamen als “minen”. Onder “voormalige stortplaats” wordt wat anders verstaan dan onder gesloten stortplaats:

- Gesloten stortplaats: “Moderne” stortplaats waar na 1 september 1996 nog afvalstoffen zijn gestort en die daarna zijn gesloten (vallend onder het Stortbesluit Bodembescherming):.
- Voormalige stortplaats: Stortplaats waar na 1 september 1996 geen afvalstoffen meer zijn gestort.

Nadere omschrijving voormalige stortplaats
Een voormalige stortplaats is een terrein waar, al dan niet onder toezicht van de overheid, in het verleden afval is gestort. De periode waarin de voormalige stortplaatsen in gebruik zijn geweest varieert van zeer kort tot decennialang. "Voormalige" betekent in de strikte zin dat de stortplaatsen voor 1 september 1996 zijn gesloten. Deze locaties zijn bekend bij (regionale en lokale) overheden. Het grootste deel van de voormalige stortplaatsen is in eigendom van overheden.

2.1 Wet en regelgeving

Europees: Richtlijn 1999/31/EG
Stortplaatsen worden in Europa gereguleerd door de Richtlijn 1999/31/EG van 26 april 1999 betreffende het storten van afvalstoffen. Deze richtlijn richt zich op het reguleren van stortplaatsen en zorgt ervoor dat afval op gereguleerde stortplaatsen wordt gestort.

Voormalige stortplaatsen vallen buiten de reikwijdte van Richtlijn 1999/31/EG.

Nationaal: Wet Milieubeheer en Wet Bodembescherming
De basis van de huidige stortplaats wetgeving, die bodem beschermende voorzieningen en nazorg voor stortplaatsen verplicht, is gelegd in de jaren 90 op grond van de Wet Milieubeheer en de Wet Bodembescherming. Zo schrijft het Stortbesluit Bodembescherming (1993) voor welke voorzieningen op een stortplaats aanwezig moeten zijn om een bepaald beschermingsniveau te kunnen waarborgen. Het uitgangspunt hierbij is het principe van isoleren, beheersen en controleren (IBC-criteria). De Nazorgregeling Wet milieubeheer (voorheen Leemtewet) voorziet in nazorg na de sluiting (voor stortplaatsen gesloten na 1 september 1996).

Voormalige stortplaatsen vallen buiten de reikwijdte van deze wetgeving. Er is geen specifiek juridisch kader voor voormalige stortplaatsen. Zo is er vanuit de Wet milieubeheer en de Wet bodembescherming geen nazorgplan en nazorgprogramma verplicht voor voormalige stortplaatsen.

Nationaal: Veranderingen met de nieuwe Omgevingswet
De Wet Bodembescherming en de Wet Milieubeheer worden verwerkt in de nieuwe Omgevingswet (de verwachting is dat die in 2018 van kracht zal zijn). Op dit moment is niet duidelijk in hoeverre dit invloed zal hebben op de in 2.2 beschreven beleidskaders.

Nationaal: Verduurzaming via herziening Stortbesluit en Crisis en Herstel wet
Via de Crisis en Herstelwet en de herziening van het Stortbesluit bodembescherming wordt het project Introductie Duurzaam Storten mogelijk gemaakt. In dit project wordt ingezet op het 'verduurzamen' van stortplaatsen, waardoor met een minder complex (en minder kostbaar) stelsel van definitieve afdichting en nazorgactiviteiten kan worden volstaan. Naar verwachting zullen enkele pilotprojecten worden uitgevoerd met en daaraan gekoppeld het uitstellen van het aanbrengen van reguliere combinatie-bovenafdichtingen op deze pilot locaties en op een geselecteerd aantal potentiële pilotlocaties op andere Wm-stortplaatsen.

Deze ontwikkelingen zijn niet gericht op voormalige stortplaatsen maar de in dit kader ontwikkelde technieken van verduurzaming zouden in principe ook op voormalige stortplaatsen kunnen worden toegepast. Dit zou kunnen onder de hierna (2.2) beschreven beleidskaders voor voormalige stortplaatsen op basis van de Wbb en de Wm .

2.2 Beleid voormalige stortplaatsen

NAVOS onderzoek
Omdat er vanuit de wetgeving geen nazorg van voormalige stortplaatsen was en is voorzien hebben de provinciale overheden in samenwerking met de rijksoverheid van 1995 tot en met 2004 onderzoek laten doen naar de contactrisico's en verspreidingsrisico's van de voormalige stortplaatsen. Dit was het NAVOS project 'nazorg voormalige stortplaatsen' gericht op ontwikkeling van de organisatie en financiering van de nazorg van voormalige stortplaatsen (Werkgroep Nazorg Voormalige Stortplaatsen, 2005).

Uit de NAVOS onderzoeken is gebleken dat in veel gevallen de actuele milieurisico's op en rondom voormalige stortplaatsen beperkt zijn. Dit wordt toegeschreven aan verplaatsing en verdunning door grondwaterstroming en aan het optreden van processen in en onder het stort die zijn samen te vatten met de term Natural Attenuation (N.A.-processen).

Beleidsvorming na NAVOS
Aansluitend op de onderzoeken en op grond van de resultaten hebben betrokken overheden, verenigd in DUIV[1], besloten dat alle voormalige stortplaatsen in principe dienen te worden aangepakt. Dus niet enkel de stortplaatsen die leiden tot (dreigende) ernstige verontreiniging van bodem en grondwater. Het beleidskader voor deze aanpak zou van de hiervoor bevoegde gezagen moeten komen. In navolging hierop hebben een aantal provincies en grote gemeentes beleid vastgelegd voor de herontwikkeling van voormalige stortplaatsen. Dit betreffen bijvoorbeeld de provincies Noord-Brabant, (Provinciale milieuverordening Noord-Brabant, 2010), Gelderland (Beleidsnota Bodem, 2012), Overijssel, (Uitvoeringsprogramma voor de ondergrond) en de gemeente Groningen (Beleidsregels hergebruik voormalige stortplaatsen, 2007).

Wettelijke basis beleid voormalige stortplaatsen
De Wet bodembescherming en de Wet milieubeheer bieden wel mogelijkheden om gewenste milieuhygiënische doelstellingen te behalen wanneer voormalige stortplaatsen

[1] DUIV-overleg is het overleg tussen Directoraat Generaal Milieu (DGM), Unie van Waterschappen, Inter-Provinciaal Overleg (IPO) en Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG))

worden aangepakt voor een herinrichting of herbestemming. Daarom is het beleid ontwikkeld op basis van de Wet Bodembescherming of de Wet Milieubeheer.

Beleid op basis van de Wet bodembescherming
Voor de Wet Bodembescherming zijn provincies en enkele grote gemeentes Bevoegd Gezag. Zij kunnen verplichten tot een saneringsplan bij herbestemming wanneer de stortplaats als een ernstig geval van bodemverontreiniging kan worden gezien. Provincies regelen dit bijvoorbeeld in hun bodembeleid. Emissie van stortgas kan alleen door provincies via de Wet Milieubeheer worden tegengaan.

Beleid op basis van de Wet Milieubeheer
Via de Wet milieubeheer hebben provincies als Bevoegd Gezag nog meer mogelijkheden om regels te stellen aan het hergebruik van voormalige stortplaatsen door hiervoor bepalingen op te nemen in een Provinciale milieuverordening.

2.3 Betekenis beleidskader voor verduurzaming en mining

Het betreffende Bevoegd Gezag (Wbb), een provincie of grote gemeente, zou kunnen verplichten tot een saneringsplan en zou eisen kunnen stellen aan te treffen maatregelen.
In de provinciale milieuverordening kan een verbod zijn opgenomen op activiteiten op een voormalige stortplaats. Dan is een ontheffing nodig voor herontwikkeling inclusief verduurzaming en/of mining. Een randvoorwaarde voor ontheffing kan zijn instemming met een hergebruikplan en een saneringsplan door het Bevoegd Gezag (Wm).

2.4 Jurisprudentie en fiscaliteit

Het ontbreken van een duidelijke juridische status van het gestorte materiaal kan een belangrijk knelpunt zijn dat leidt tot stagnatie in de aanpak van voormalige stortplaatsen. Er bestaat jurisprudentie op basis van de Wet milieubeheer die het grootschalig aanpakken van afval op een voormalige stortplaats definieert als storten binnen een stortplaats inrichting (bron: Raad van State uitspraak 200805312/2. Het verplaatsen van reeds gestort materiaal en het herstorten van niet bruikbare fracties valt daar onder. Dit betreft echter één uitspraak van de Raad van State. In de praktijk blijkt dit knelpunt te omzeilen door een Wbb-traject te volgen. Er bestaat jurisprudentie dat een stortplaats die een geval van ernstige bodemverontreiniging vormt gesaneerd kan worden onder het regime van een beschikt saneringsplan. Dit betreft grootschalige verplaatsing en afdekking van afval binnen de contouren van de voormalige stortplaats (Raad van State uitspraak 201005428/1/M1).

Bij herontwikkeling van voormalige stortplaatsen wordt ook hinder ondervonden van de stortbelasting, die verschuldigd is voor het elders storten van ontgraven materiaal dat weg moet en niet kan worden toegepast. Vooral de onzekerheid door de wisselende hoogte van deze heffing, van 0 tot enkele tientallen euro's/ton, hindert de planvorming bij herontwikkeling. De teruggave van stortbelasting na "mining" van gestort afval bij de voormalige stortplaatsen lijkt niet aan de orde. Hiervoor zijn geen referenties (voorbeelden) gevonden.

3 VERDUURZAMING

3.1 Inleiding

In deze studie hanteren wij de volgende definitie van verduurzaming:

Door het treffen van technische maatregelen, het versneld inert /stabiel maken van de stortplaats, waardoor in vergelijking tot het natuurlijke tijdspad, er op kortere termijn nauwelijks tot geen milieu hygiënische (ecologische, verspreidings- en humane) risico's meer zijn. Dit alles op een financieel-economisch verantwoorde wijze en binnen een vooraf vastgesteld tijdspad.

Het uitgangspunt is dat verontreinigingen worden gemobiliseerd door afbraak van organisch materiaal en dat verontreinigingen niet meer vrijkomen als er geen afbraak van organisch materiaal meer kan plaats vinden. Door beluchting en vernatting kan organisch materiaal worden bereikt en afgebroken op plaatsen waar zonder deze technieken onvoldoende condities voor afbraak aanwezig zouden zijn.

Onderzoeksvragen

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor het verduurzamen van voormalige stortplaatsen zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:

1. Welke technische maatregelen zijn op dit moment of in de toekomst beschikbaar toe te passen om een stortplaats te verduurzamen?
2. Welke ervaring is er al opgedaan met deze technieken? Of welke plannen bestaan om deze technieken te gaan toepassen en op welke termijn kunnen resultaten verwacht worden?
3. Welke kosten zijn aan deze maatregelen verbonden?
4. Wat zijn milieuhygiënische risico's en randvoorwaarden van het proces van verduurzaming?
5. Wat is er bekend over de verkorting van de stabilisatietermijn van een verduurzaamde stortplaats (in vergelijking tot het natuurlijke verloop van processen)?
6. In hoeverre is een kosten-batenanalyse van verduurzamen van stortplaatsen in te vullen met de huidige beschikbare informatie?

Paralellen met Introductie Duurzaam Storten
Het doel van verduurzaming in het project Introductie Duurzaam Storten (IDS, 2012) is het dusdanig verminderen van het emissie potentieel van een moderne stortplaats door het nemen van maatregelen, zolang de onderafdichting in tact is, zodat er geen onacceptabele rest emissie meer mogelijk is. Dit wordt gedaan door infiltratie van water en beluchten om natuurlijke afbraak van materialen in het stortlichaam te stimuleren. Op het moment dat de levensduur van de onderafdichting voorbij is, is het emissie potentieel van de stortplaats zodanig, dat voldaan wordt aan vastgestelde normen voor grond- en grondwater. Hiermee worden milieurisico's op de lange termijn weggenomen en kosten voor het in stand houden en aanbrengen van IBC maatregelen vermeden. Duurzaam Storten wordt alleen van toepassing gezien op 'moderne' stortplaatsen vanwege de bodembeschermende maatregelen en infrastructuur die bij de moderne stortplaatsen aanwezig is.

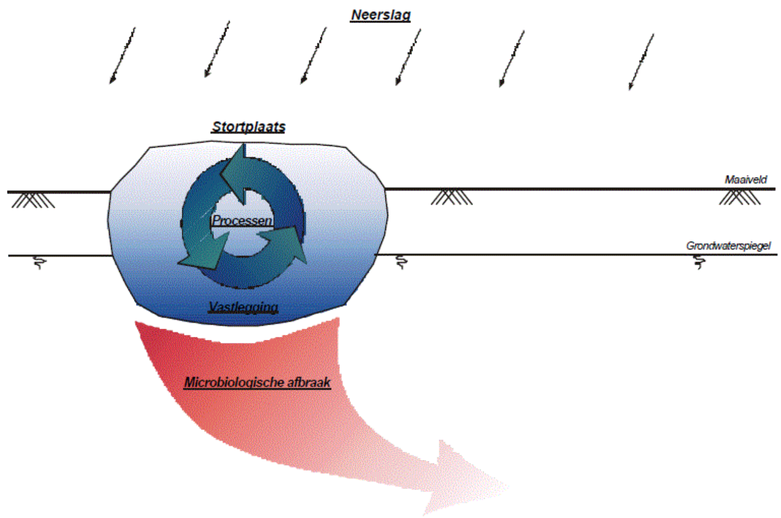
Om de mogelijkheden en haalbaarheid van verduurzaming van de voormalige stortplaatsen te onderzoeken is de informatie, die het project Introductie Duurzaam Storten heeft opgeleverd en nog gaat opleveren, belangrijk. Naar verwachting gaan minimaal 2 full scale IDS pilotprojecten in 2016 van start.

3.2 Concept van verduurzaming

We spreken van een stabiele verduurzaamde stortplaats, indien er nauwelijks tot geen emissie van verontreinigende stoffen uit de stortplaats plaatsvinden en er geen stagnante zones zijn, waaruit nalevering kan plaatsvinden. Onder invloed van water en zuurstof vindt biologische afbraak en daardoor stabilisatie van afval in een voormalige stortplaats plaats. Afhankelijk van het type afval kan dit vele tientallen jaren of meer duren. Het is onbekend of er al voormalige stortplaatsen als stabiel zijn aan te merken. De algemene consensus onder specialisten is dat er waarschijnlijk ook na vele tientallen jaren nog stagnante zones in een stortplaats aanwezig zullen zijn.

Voor een voormalige stortplaats geldt dat de onder-, zij- en bovenkant van de stortplaats open zijn (doordringbaar voor gas en water) en dat water en gas van nature door het stortlichaam beweegt. Hierdoor treedt niet alleen emissie van verontreinigingen op, maar treden, zowel in het stortlichaam als in de bodem, ook processen zoals biologische afbraak, precipitatie, sorptie en verdunning op (ook wel: Natural attenuation). Deze situatie is schematisch weergegeven in figuur 3.1. In de autonome situatie vermindert de uitspoeling van verontreinigingen in het afvalpakket in de tijd doordat percolaatwater vooral via de voorkeurskanalen stroomt. Het emissiepotentieel van de stagnante zones blijft daardoor buiten bereik van percolaatwater. Door het geforceerd vernatten en beluchten van het afvalpakket worden ook het organisch materiaal afgebroken dat nu buiten het bereik van de voorkeurskanalen ligt. Hierdoor kunnen mogelijke emissies in de toekomst naar voren worden gehaald in de tijd. Dit heeft echter alleen zin indien deze emissies worden afgevangen, wat niet kan zonder een beheersmaatregel, omdat een onderafdichting ontbreekt.

Figuur 3.1 Natuurlijke processen in en onder een voormalige stortplaats (DUIV kerngroep NAVOS, 2002).



3.3 Technieken: infiltratie en beluchten

Stortplaatsen hebben over het algemeen een sterk heterogene en onbekende opbouw. En een afwisseling van droge en natte plekken in het materiaal. Om de biologische afbraak van al het materiaal te bevorderen is het van belang het stortmateriaal gelijkmatig en optimaal te bevochtigen en beluchten. Hiervoor worden twee technische maatregelen als effectief en toepasbaar beschouwd: infiltratie van water in het afvalpakket en beluchting van het afvalpakket (Stichting Duurzaam Storten, 2006 en volgende publicaties (ev); persoonlijke communicatie T. Heimovaara).

Infiltratie van water in het afvalpakket
Doel van het infiltreren van water in het afvalpakket is het stimuleren van de anaerobe afbraak van organisch materiaal. Tegelijkertijd worden door infiltratie de vrijwel altijd aanwezige droge zones in een stortplaats nat gemaakt, waardoor anaerobe afbraak in deze zones wordt opgestart. De anaerobe afbraak van organische stoffen resulteert in een versnelde emissie van organische verontreinigingen en heeft (naar verwachting) ook een bevorderend effect op het uitlogen of juist vastleggen van anorganische verontreinigingen (bron Duurzaam Storten, 2006 en verder). IDS gaat ervan dat deze anaerobe fase 5 tot 8 jaar zal duren (Integraal Plan van Aanpak, 2012).

Er zijn verschillende methodes bekend om infiltratie van (grote hoeveelheden) water in bestaande stortplaatsen te bewerkstelligen. Op hoofdlijnen komen deze methoden neer op: horizontale infiltratiesystemen (infiltratie velden) of verticale infiltratiesystemen (putten door het afvalmateriaal) of een combinatie van deze twee. Locatie specifieke omstandigheden, de aanwezigheid van voldoende (geschikt) water en het exacte doel van de infiltratie en de aard van het afvalpakket zijn mede bepalend voor de uiteindelijk te kiezen methode.

Uit milieu oogpunt belangrijke randvoorwaarden van deze techniek zijn de opvang, reiniging en recirculatie van percolerend water en de mogelijkheid van monitoring van percolaat om het effect van toe te passen maatregelen te kunnen volgen.
Voor voormalige stortplaatsen, die geen percolaat opvang hebben, is deze techniek uit milieu oogpunt zinloos zonder een aanvullende beheersmaatregel en mogelijkheid tot monitoring van het effect van de maatregel. Over de toepassing van deze techniek op voormalige stortplaatsen is dan ook geen referentiemateriaal gevonden.

Beluchting van het stortlichaam
Ook beluchten kan op verschillende manieren plaatsvinden, maar is in de regel een energie-intensieve maatregel, waarbij door middel van bronnen en blowers buitenlucht in het afvalpakket wordt gepompt. Het beluchten van een afvalpakket bevordert naar verwachting (dit is inmiddels in diverse pilots ook aangetoond(Stichting Duurzaam Storten, 2006 en verder) de aerobe afbraak van organische stoffen in het afval en het vastleggen van verschillende anorganische verbindingen door middel van oxidatie. IDS gaat ervan uit dat deze fase 3 tot 5 jaar zal moeten duren (Integraal Plan van Aanpak, 2012).

Voor voormalige stortplaatsen kan deze techniek in aanmerking komen omdat beluchting niet voor additionele percolaat productie zorgt. Ook hier geldt echter de randvoorwaarde dat monitoring van het effect van de maatregel mogelijk moet zijn. Monitoring van de grondwaterkwaliteit zou hiervoor een alternatief kunnen zijn. De processen die bij beluchting optreden zullen naar verwachting water ‘gebruiken’ in plaats van ‘produceren’. Een tijdelijke toename van verontreinigingen in het water dat

(toch al) door het afvalpakket percoleert is echter niet uit te sluiten.

Combinaties van infiltratie en beluchting
Door infiltratie en beluchting na elkaar uit te voeren, is naar verwachting een verdergaande graad van stabilisatie van het afvalpakket te bereiken. De beschreven technieken kunnen niet tegelijkertijd worden uitgevoerd. IDS gaat uit van een combinatie aanpak die 8 tot 13 jaar in beslag zal nemen. Daarbij komt in ieder geval 1 jaar voor de aanleg van de infrastructuur, een half jaar voor de nulmeting en na afloop van de behandeling 1 jaar voor de afwerking.

3.4 Monitorings- en controletechnieken

Inzicht in de (gewenste) biologische, chemische processen en fysische processen in het afvalpakket is belangrijk om de effectiviteit van de verduurzamende maatregelen te bepalen. Beschikbare technieken om processen in het afvalpakket te volgen zijn onder andere peilbuizen, zettingsmetingen, directe bemonstering van afval en percolaatdrains. De laatste jaren zijn er ontwikkelingen in innovatieve technieken, onder andere om de samenstelling en ligging van stortmateriaal te bepalen. Zo heeft de OVAM in België recent bij twee stortplaatsen een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van elektromagnetische metingen, grondradar, geo-elektrische tomography (ERT) en flux gate magnetisch onderzoek naar de samenstelling en ligging van afval op twee voormalige stortplaatsen (Wille et al., 2013). Ook remote sensing (satelliet beelden) wordt toegepast om o.a. ligging van een stortplaats te bepalen.

3.5 Ervaring met technieken

Voor de integrale beoordeling of verduurzaming, in het kader van het project Introductie Duurzaam Storten, een haalbaar concept is, is gebruik gemaakt van de (inter)nationaal beschikbare informatie vanuit praktijk en onderzoek (pilot, lysimeters, lab, en praktijk) en drie uitvoerige pilots, die in het kader van het project zelf zijn uitgevoerd: Bioreactor, Equistort en Monolith (Stichting Duurzaam Storten, 2006). Deze onderzoeken en informatie hebben geresulteerd in een Integraal Plan van Aanpak voor de Introductie Duurzaam Stortbeheer op praktijkschaal (Introductie Duurzaam Stortbeheer op praktijkschaal, Integraal Plan van Aanpak, 2012). Hierbij wordt ingezet op full-scale pilotprojecten. Naar verwachting gaan deze pilotprojecten in 2016 van start en zullen belangrijke informatie opleveren ten aanzien van de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van de infiltratie- en beluchtingstechnieken.

De doorlooptijd van verduurzamende maatregelen hangt sterk af van een groot aantal lastig te volgen processen. Zoals bijvoorbeeld de mate van chemische stabilisatie van het afvalpakket en de mate waarin de getroffen maatregelen voor het hele afvalpakket effectief zijn. De beschikbare literatuur hierover geeft een brede range van tussen 5 en 20 jaar te zien. De pilotprojecten van IDS zullen ervaring opleveren ten aanzien van de doorlooptijd.

3.6 Toekomstige technieken

Mogelijke innovaties die in de (nabije) toekomst beschikbaar kunnen komen voor het verduurzamen van stortplaatsen zullen naar verwachting gebaseerd blijven op de bestaande basistechnieken van infiltreren en beluchten. Additieven in de infiltratie- en

beluchtingsmedia kunnen mogelijk de effectiviteit van deze basistechnieken verbeteren. Te denken valt aan technologie gebaseerd op enzymen of andere proces-bevorderende stoffen die het chemisch stabilisatieproces in het afvalpakket versnellen.
Ook kunnen, bijvoorbeeld door het toevoegen van solventen aan het infiltraat, op deze manier in situ metalen en andere oplosbare grondstoffen gemined worden uit een stortplaats (persoonlijke communicatie PT. Jones, 2014).

3.7 Milieu risico's

(Her)mobilisatie van verontreinigingen
Voormalige stortplaatsen, die al jarenlang onaangeroerd in het landschap liggen, hebben in veel gevallen een zekere mate van biologische / chemische stabilisatie bereikt. Het NAVOS-onderzoek heeft in het verleden aangetoond dat de actuele emissies vanuit deze stortplaatsen naar het grondwater beperkt zijn.
Het aanleggen en uitvoeren van verduurzamende maatregelen als het beluchten van het afvalpakket en het infiltreren van grote hoeveelheden water in het afval, kunnen de van nature ontstane stabiele situatie verstoren (bijvoorbeeld als gevolg van veranderingen in de pH, door het aeroob worden van het pakket of door het fysiek uitspoelen van verontreinigingen door het infiltrerende water). Voordat met de ingezette maatregelen een nieuw en definitief evenwicht is bereikt, kunnen bovenbeschreven processen leiden tot een verhoogde emissie van verontreinigingen naar het grondwater en de atmosfeer. Mogelijkheden om dit te beheersen zijn:

1. Het geohydrologisch isoleren van de stortplaats door het plaatsen van damwanden in de bodem of grondwateronttrekkingen. De onderliggende bodem wordt op deze manier worden gebruikt als reactorvat, waarin natuurlijke en of gestimuleerde afbraakprocessen kunnen plaatsvinden. Door het onttrekken van grondwater zou ook de aanvoer van infiltratiewater voor het infiltreren van het afvalpakket geregeld kunnen worden.
2. Het weglaten van de infiltratiecomponent. Het risico op (her)mobilisatie of uitspoeling van verontreinigingen naar het grondwater is met name aanwezig tijdens het infiltreren van grote hoeveelheden water in het afvalpakket. Door het afval alleen te beluchten kan dit probleem wellicht worden omzeild. De effectiviteit van alleen beluchten (anaerobe afbraak) en het daarmee daadwerkelijk wegnemen van het risico op ongecontroleerde emissies, wordt onderzocht binnen de pilots van iDS.

Afval blijft in de bodem aanwezig
Wanneer verduurzamende maatregelen worden toegepast, zal het afvalpakket en een eventuele bodem- en grondwaterverontreiniging, aanwezig blijven. Dit zal, vergeleken met niets doen, in ieder geval registratie (kadastraal, bestemmingsplan), gebruiksbeperkingen en monitoring (grondwater, leeflaag, gasvorming) met zich meebrengen.

3.8 Autonome ontwikkeling voormalige stortplaatsen

De autonome ontwikkeling betreft tot dusver slechts een klein deel van het totale aantal voormalige stortplaatsen. In deze paragraaf zijn een aantal bekende herontwikkelingen en herbestemmingen beschreven, al dan niet tot stand gekomen binnen de huidige Wet- en regelgeving en binnen de huidige beleidskaders (zie ook Hoofdstuk 2) :

Groen, recreatie:
- Inpassing in een recreatiegebied met functies als wandelen, fietsen, paardrijden. Bijvoorbeeld Hoge Bergsche Bos.
- Een golfbaan. Bijvoorbeeld Coupépolder.

Bebouwd, recreatie:
- Een skihal met bijbehorende bebouwing. Bijvoorbeeld Snowworld Landgraaf en Zoetermeer.

Bebouwd, groen, bedrijfsbestemming en recreatie:
- Bedrijfsterrein en uitzichtpunt. Bijvoorbeeld Fort de Pol, Zutphen, ook grootschalige herschikking stortmateriaal.

Bebouwd en groen, woon/werk bestemming en recreatie:
- hotel, zorgappartementen, kantoren, zakelijke dienstverlening, park. Bijvoorbeeld de Kempenbaan, Tilburg, grootschalige herschikking, uitvoering voorgenomen bebouwing in beginfase.

Bebouwd, alleen bedrijfsbestemming:
- bedrijfshal en bedrijfsterrein. Bijvoorbeeld Tammer, Soesterberg, sanering door vloeistofdichte verharding.

In landelijk gebied hebben kleine voormalige stortplaatsjes vaak een agrarische bestemming gekregen, zoals weideland. In stedelijk gebied worden kleine stortplaatsjes die in de weg liggen voor een ruimtelijke ontwikkeling doorgaans aangepakt in de vorm van “werk met werk” maken. De stortplaats transformeert bijvoorbeeld in een geluidwal, parkje, parkeerterrein. Wanneer de herschikking van afval beperkt blijft worden deze werken vaak zonder saneringsplan uitgevoerd. Ook zijn kleine stortplaatsjes “verdwenen” in en onder infrastructuur, bijvoorbeeld onder een talud van een viaduct en onder een wegdek.

Een herontwikkelingsproject op een voormalige stortplaats kan dus diverse activiteiten of ontwikkelingen bevatten. De wijze van hergebruik kan leiden tot een positief milieu effect los van verduurzaming.

Verduurzaming bij autonome ontwikkeling

Wanneer wordt overgegaan tot het nemen van verduurzamende maatregelen betekent dit dat de maatregelen moeten passen in de voorgenomen herontwikkeling. De voorzieningen die nodig zijn bij verduurzamende maatregelen (onder andere putten, pompen, leidingwerk, schakelkasten, monitoringspunten) kunnen overlast veroorzaken, zijn kwetsbaar voor vandalisme, moeten bereikbaar zijn en zullen gedurende de gehele looptijd van de maatregelen in bedrijf zijn. Dit is niet altijd eenvoudig te combineren met een beoogde herontwikkeling.
Een andere mogelijkheid is dat de beoogde herontwikkeling pas na de behandel periode van de verduurzaming plaats vindt. Echter gezien de mogelijkheden die de voormalige stortplaatsen nu al voor herontwikkeling bieden is de vraag wat het nemen van verduurzamende maatregelen toevoegt aan de voorgenomen herontwikkeling. Het afvalpakket is na de maatregelen dan wel verduurzaamd, maar beheersmaatregelen kunnen mogelijk nog lopen. Evenals monitoring en controle om onrust bij gebruikers en bewoners weg te nemen.

3.9 Indicatie van investeringskosten

Schaalnadeel
De kosten voor verduurzamende maatregelen zullen locatie specifiek zijn. Maar om indicatief inzicht in investerings- en operationele kosten te krijgen, kunnen eenheidsprijzen worden gevonden in de meest recente publicaties binnen het project Introductie Duurzaam Storten (Economische Verkenning Introductie Duurzaam Stortbeheer, 17 januari 2011). Omdat voormalige stortplaatsen in de regel relatief kleine oppervlakken omvatten in vergelijking tot de stortplaatsen waarnaar gekeken wordt bij de huidige projecten rondom duurzaam storten, is het aannemelijk dat de kosten voor verduurzamende maatregelen per vierkante meter bij voormalige (dus kleinere) stortplaatsen hoger liggen. Onder andere doordat de 'overhead' kosten bij kleinere locaties relatief hoger zijn dan bij de grotere locaties (onder andere mensuren, rapportage, controlemetingen).

Nadeel ontbrekende voorzieningen
Verder zullen het ontbreken van bestaande infrastructuur (onder andere elektra, leidingen, wegen) en voorzieningen ook een prijsopdrijvend effect hebben op voormalige stortplaatsen. Er zitten onzekerheden in de hoogte van de "IDS"-kosten, en in hoeveel hoger de kosten voor de voormalige stortplaatsen zullen liggen ten opzichte van de moderne IDS stortplaatsen. Daarom gaan we ervan uit dat de kosten in ieder geval de kosten, zoals die bij IDS zijn berekend zullen bedragen.

De investering in verduurzamende maatregelen bestaat uit de aanschaf en aanleg/installatie van beluchtings- en infiltratie apparatuur. Onder de investeringskosten vallen ook de kosten voor voorbereidende werkzaamheden zoals studies, ontwerp en planningswerk.

Kostenindicatie vanuit IDS
Uit de beschikbare documentatie rondom het project Introductie Duurzaam Storten kan een indicatief investeringsbedrag van € 15, - per vierkante meter stortplaats (prijspeil 2010, bij een gemiddelde oppervlakte van 20 hectare) worden gehaald. Voor een voormalige stortplaats met een oppervlakte van 2 hectare zouden de investeringskosten hiermee uitkomen op € 300.000, - euro. Vanwege het eerder genoemde ontbreken van infrastructuur en basisvoorzieningen op voormalige stortplaatsen en de beperkte schaalgrootte van de gemiddelde voormalige stortplaats, zal dit bedrag voor voormalige stortplaatsen echter aanzienlijk hoger uitvallen. Het werkelijke bedrag zal sterk afhangen van de locatie specifieke situatie ter plaatse en van de te nemen maatregelen. Het is verder belangrijk om vast te stellen dat de genoemde bedragen alleen betrekking hebben op de verduurzamende maatregelen als beluchten en infiltreren.
Het profileren en afwerken van de voormalige stortplaats (bijvoorbeeld door het aanbrengen van een schone leeflaag) is niet in de genoemde bedragen meegenomen.

Ook zullen waarschijnlijk kosten moeten worden gemaakt om de stortplaats geohydrologisch te isoleren, zodat mogelijke verspreiding van verontreinigd grondwater ten gevolge van de infiltratie, wordt voorkomen. Een geohydrologische beheersing kan bestaan uit damwanden en een grondwateronttrekking. Maatregelen zullen afhankelijk zijn van de bodemopbouw, geohydrologie (onder andere grondwaterstand en stromingssnelheid), afstand tot beschermde of bedreigde objecten zoals waterwinning of oppervlaktewater.
Onttrokken grondwater zal waarschijnlijk gezuiverd moeten worden, waarna het geloosd of opnieuw in de stortplaats geïnfiltreerd kan worden. De kosten van een dergelijke

beheersmaatregel kunnen gemakkelijk in dezelfde orde van grootte vallen als de bovengenoemde investeringskosten van beluchting en infiltratie.

3.10 Indicatie van uitvoeringskosten

De looptijd van verduurzamende maatregelen is naar verwachting minimaal 10 jaar en is vooral afhankelijk van het beoogde doel van de maatregelen en van locatie specifieke aspecten van de betreffende stortplaats (zoals oppervlakte, dikte van het afvalpakket, aard van de gestorte materialen). Gedurende de looptijd zijn diverse activiteiten noodzakelijk om de maatregelen succesvol en operationeel te houden: elektriciteit en/of brandstof voor pompen, blowers, voertuigen, etc. manuren voor onderhoud en controle, materialen voor vervanging en verbetering van de aangelegde systemen.

De jaarlijkse operationele kosten voor verduurzamende maatregelen worden in de hierboven aangehaalde documentatie geschat op € 1, - per vierkante meter voor infiltratie en € 1,30 per vierkante meter voor beluchting (prijspeil 2010).

Voor een relatief kleine stortplaats van 2 hectare betekent dit (bij een combinatie van infiltreren en beluchten gedurende een totale periode van 10 jaar) dat de operationele kosten in ieder geval € 23.000, - per jaar zouden kunnen bedragen. Voor een locatie van 10 hectare en een looptijd van 10 jaar zouden de jaarlijkse kosten in ieder geval € 115.000, - euro bedragen.

3.11 Indicatie van kosten voor monitoring en controle

Het behalen van het beoogde effect van verduurzamende maatregelen moet gemonitord en gecontroleerd worden. Het RIVM heeft, in het kader van het project Duurzaam Storten, stortplaats specifieke Emissie Toetswaarden Waarden (ETW'S) berekend (RIVM, 2014). Dit zijn de concentraties van bepaalde verontreinigende stoffen, die het percolaat na verduurzaming van de betreffende stortplaats zou mogen bevatten, zodat stroomafwaarts geldende normen niet worden overschreden. Een vertaling van deze ETW's zal per voormalige stortplaats gemaakt moeten worden op basis van de lokale bodemkwaliteit, bodem type en geohydrologische situatie.

Voortschrijdend inzicht in technieken om processen in en rondom stortplaatsen te meten en volgen, leveren in de nabije toekomst wellicht mogelijkheden tot kostenbesparingen en verbeterd inzicht. Vooralsnog zal het meten, controleren en interpreteren van de effecten van verduurzamende maatregelen (vooral bij voormalige stortplaatsen) een flinke kostenpost betekenen, in de orde van grootte van de investeringskosten voor beluchting en infiltratie, met naar verwachting een discutabel resultaat: de meetbaarheid van effecten is complex en staat nog ter discussie en het kader waarbinnen resultaten moeten worden getoetst is evenmin vastgesteld. Veel zal afhangen van de resultaten die mogelijk binnen het project Introductie Duurzaam Storten worden geboekt.

3.12 Kosten-batenanalyse

Van de kostenkant van verduurzamende maatregelen in de voorgaande paragraven 3.8-3.10 is op hoofdlijnen indicatief de orde van grootte inzichtelijk gemaakt en zijn de grote onzekerheden benoemd. Het mag duidelijk zijn dat voor een kleine stortplaats van 2 ha de totale kosten gemakkelijk in de orde van grootte van minimaal 1 miljoen € uit kunnen komen. De baten van verduurzamende maatregelen op voormalige stortplaatsen kennen nog grotere onzekerheden. Deze baten zijn in tegenstelling tot de kosten veel lastiger in beeld te brengen. Allereerst hangen de baten sterk af van de specifieke

stortplaats (grootte, leeftijd, dikte van het afvalpakket, aard van de gestorte afvalstoffen, relatie met de omgeving, etc.) en de inpassing in een specifieke autonome herinrichting. Verder zijn de baten van verduurzamende maatregelen lastig te kwantificeren in verband met de mogelijke restrisico's en het onzekere tijdspad waarbinnen resultaten zijn te boeken.

Mogelijke baten van het nemen van verduurzamende maatregelen kunnen zijn:

- Gecontroleerd milieurisico. Door het nemen van verduurzamende maatregelen zullen milieubelastende stoffen (eerder) vrijkomen. Via het natuurlijke tijdspad zal dit vrijkomen geleidelijk gaan en sommige stoffen zullen via het natuurlijk tijdspad niet vrijkomen, omdat ze worden afgebroken in het stortlichaam. De baten zitten dan in de wetenschap dat er op de lange termijn waarschijnlijk geen onverwachte flux van verontreinigende stoffen uit de stort komt. Kanttekening hierbij is dat verduurzamende maatregelen waarschijnlijk weinig tot geen direct effect hebben op vaten met milieubelastende stoffen, zoals wordt vermoed dat deze in een aantal voormalige stortplaatsen aanwezig zullen zijn. Inzicht in het stortmateriaal is hiervoor belangrijk.
- Monitoringskosten. Als er al monitoring plaatsvindt zullen na verduurzaming de monitoringskosten waarschijnlijk lager zijn. Door de verduurzaming is het milieurisico afgenomen en zal waarschijnlijk kunnen worden volstaan met een lagere intensiteit van monitoring. De grootte van de besparing zal sterk afhankelijk zijn van de stortplaats, aangezien bij een veel van de voormalige stortplaatsen in de huidige situatie de monitoring beperkt zal zijn.
- Beeldvorming. Onderzocht zou moeten worden of er door de omgeving positiever over een verduurzaamde voormalige stortplaats wordt gedacht dan over een niet verduurzaamde voormalige stortplaats.
- Waarde van de grond en waarde van de grond in de omgeving. Herontwikkeling op een verduurzaamde stortplaats is mogelijk aantrekkelijker dan op een niet verduurzaamde stortplaats.

De mogelijke baten van verduurzamende maatregelen op voormalige stortplaatsen moeten worden bezien in vergelijking met de kosten-baten-balansen van alternatieve methodes en benaderingen. Zoals 'niets doen', traditioneel afdekken, verminderen neerslagoverschot door speciale afwerking met bijvoorbeeld bentoniet klei of mining van het gestorte materiaal.

De baten van verduurzamende maatregelen zijn in dit stadium niet generiek te kwantificeren in verband met de mogelijke restrisico's voor het milieu, het onbekende tijdspad waarbinnen resultaten zijn te boeken, de stortplaats specifieke omstandigheden en omdat de baten zich ook voor een deel op het sociale vlak uitten.

4 MINING VOORMALIGE STORTPLAATSEN

4.1 Inleiding

Een voormalige stortplaats is een terrein waar, al dan niet onder toezicht van de overheid, in het verleden afval is gestort. De periode waarin de voormalige stortplaatsen in gebruik zijn geweest varieert van zeer kort tot decennialang. "Voormalige" betekent in de strikte zin dat de stortplaatsen voor 1 september 1996 zijn gesloten. Een “voormalige stortplaats” is iets anders dan een gesloten stortplaats. Een gesloten stortplaats is een moderne stortplaats (ook wel Wm-stortplaats) waar na 1 september 1996 nog afvalstoffen zijn gestort en die daarna zijn gesloten (vallend onder het Stortbesluit Bodembescherming).

Veel voormalige stortplaatsen hebben geen of een laagwaardige herbestemming en nemen zo ruimte in die hoogwaardiger gebruikt zou kunnen worden. Afbraak en uitloging van het afval in deze voormalige stortplaatsen kunnen voor ongewenste milieu effecten, zoals emissie van stortgas en vervuiling van de onderliggende bodem en grondwater zorgen. Deze stortplaatsen blijven een potentieel risico voor de bodem.
Uit de NAVOS onderzoeken is gebleken dat in veel gevallen de actuele milieurisico’s op en rondom voormalige stortplaatsen beperkt zijn. Dit wordt toegeschreven aan verplaatsing en verdunning door grondwaterstroming en aan het optreden van processen in en onder het stort die zijn samen te vatten met de term Natural Attenuation (N.A.-processen). Door het minen en toepassen van gestort afval zou het potentieel aan milieurisico afnemen, zou een ander hoogwaardiger ruimtegebruik mogelijk worden en zou het gebruik van primaire grondstoffen afnemen door recycling van het gestorte materiaal. In het verleden heeft dit al in de belangstelling gestaan maar is het weinig gerealiseerd. Door materialen in een stortplaats niet meer als afval, maar als grondstof te beschouwen, ontstaan nieuwe perspectieven en mogelijkheden voor het gebruik van deze materialen.

Definitie van mining
Mining wordt gedefinieerd als: het proces van het winnen van materialen of andere natuurlijke hulpbronnen uit afvalstoffen, die in het verleden zijn gestort (Krook et al., 2012). Het minen van de voormalige stortplaatsen om herbruikbare materialen en energie terug te winnen is interessant vanwege het verminderd gebruik van primaire grondstoffen, het neemt milieurisico’s op de lange termijn weg en is ook vanuit ruimtelijk perspectief interessant. Eén van de voordelen van het minen van materialen in stortplaatsen is dat de materialen op één plek liggen, waardoor de logistiek van het inzamelen zoals in het nu gangbare recyclen van ons dagelijkse afval, niet aan de orde is. Echter een nadeel van het minen van het materiaal in stortplaatsen is dat over het algemeen onbekend is wat er ligt, waar het ligt en het sterk gemixt en waarschijnlijk deels omgezet is.

Koploper
Toonaangevende koploper op het gebied van het minen van stortmateriaal en het ontwikkelen van nieuwe technologieën is het Vlaamse Enhanced Landfill Mining consortium. Hierin werken de OVAM, universiteiten, Group Machiels en lokale overheden sinds 2008 werken samen aan het concept van *Enhanced Landfill mining* (ELFM). Zij hanteren de volgende definitie van mining: “de veilige conditionering, uitgraven en geïntegreerde valorisatie van (historische en / of toekomstige) gestorte afvalstromen naar materialen (Waste to material (WtM)) en energie (Waste to Energy (WtE)), met behulp van innovatieve transformatie technologieën en met respect voor de meest strenge sociale en ecologische criteria (Jones et al., 2013).

The ‘Closing the Circle’ project (CtC) van Group Machiels is de eerste casus van het ELFM Consortium waarin het consortium de kansen en barrières voor Enhanced Landfill Mining onderzoekt bij de REMO stortplaats in Houthalen-Helchteren.

Voorbeelden in Nederland
In Nederland heeft het ontgraven van stortmateriaal bij enkele stortplaatsen plaatsgevonden, meestal om plaats te maken voor een andere gewenste bestemming (zie paragraaf 7.1.2).

Voor het uitvoeren van afvalmining met als doel het toepassen van afval zijn op een aantal stortlocaties studies uitgevoerd zoals op de locaties Meerendonk, Gat van Waalre in Noord-Brabant, stortplaats Meisner en Belvedère in Maastricht. Hieruit bleek dat de ontginning van de stortlocaties met de bestaande technieken over het algemeen niet rendabel was[2]. De heersende denkwijze is dat de verdere ontwikkeling van nieuwe technieken voor de winning van materialen en energie uit afval met stijging van grondprijzen en grondstofprijzen zou dit kunnen veranderen (Hogland et al., 2010).

De business case van afvalmining van een voormalige stortplaats
In de huidige praktijk wordt vaak pas overgegaan tot het minen van afval wanneer de baten opwegen tegen de kosten: een sluitende business case. De volgende variabelen spelen een rol in de financieel-economische haalbaarheid.

Baten:
1. Het aandeel toepasbare materialen in de stortplaats. Dit is mede afhankelijk van de toepassing van steeds effectiever en nieuwe scheidingstechnieken.
2. Waarde van de herbruikbare grondstoffen (Aandeel (%) en effectievere scheidingstechnieken).
3. Waarde van de energie uit het niet herbruikbare afval.
4. Waarde vermeden IBC / nazorg kosten .
5. Waarde afname milieurisico’s.
6. Waarde van de vrijgekomen grond.

Kosten:
1. Planvorming en vergunningen .
2. Realisatie: afgraven, infra, logistiek, scheiding, bewerking.
3. Resterende in situ nazorg kosten.
4. Kosten herstorten.
5. Kosten verbranden.

Wanneer we de baten van afvalmining in brede zin beschouwen gaat het niet zozeer alleen nog om profit, zoals voorgesteld in de benadering vanuit een sluitende business case, maar zijn ook people en planet belangrijke factoren. People uit zich in een gevoel van welzijn, gezondheid en veiligheid. Planet uit zich in geen tot veel lagere milieurisico’s op lange termijn. De stortplaats is immers weg. En milieuwinst door minder gebruik van primaire grondstoffen. Deze laatste baten, laten zich echter lastig kwantificeren. Onder andere doordat bijvoorbeeld voor de winning van bepaalde primaire grondstoffen, de milieuwinst behaald wordt in het buitenland.

[2] Antwoorden van minister Cramer op de schriftelijke vragen van Van Leeuwen en Roemer over afval*mining*. Brief aan de Tweede Kamer, kenmerk SAS2007107222, 5 oktober 2007

Baten in brede zin:

7. Waarde ‘people’ welzijn, gezondheid en veiligheid
8. Waarde van afname gebruik primaire grondstoffen

4.2 Onderzoeksvragen

De volgende onderzoeksvragen zijn gedefinieerd:

1. Welke conclusies ten aanzien van haalbaarheid van mining zijn te trekken uit momenteel beschikbare informatie (pilots en voorbeeldprojecten)?
2. In hoeverre zijn deze conclusies van toepassing op voormalige stortplaatsen in Nederland?
3. Wat zijn de ervaringen met afvalmining uit voormalige stortplaatsen in Nederland?
4. Welke (toekomstige) ontwikkelingen kunnen bijdragen aan de haalbaarheid van afvalmining?

5 GRONDSTOFFEN

5.1 Grondstoffen in stortplaatsen

De grondstoffenmarkt is een complexe markt. Afhankelijk van de grondstof is sprake van een lokale markt of een globale markt. Over het algemeen kennen grondstoffen met een lage marktwaarde een lokale markt, tenzij deze stoffen in de nabijheid niet te winnen zijn. Grondstoffen met een hoge marktwaarde of die op slechts enkele locaties te winnen zijn hebben een globale markt.

In het verleden belanden vrijwel alle materialen na de gebruiksfase uiteindelijk op een stortplaats. Er kan dus gesteld worden dat elke grondstof aanwezig is op een gemiddelde stortplaats. Van goud tot koper, van PET tot het zeldzame half-metaal germanium. In het verleden werd afval nauwelijks gerecycled. Het gevolg hiervan is dat in de voormalige stortplaatsen mogelijk nog veel herbruikbare materialen aanwezig zijn, waardoor deze stortplaatsen mogelijk kansrijker zijn voor afvalmining.

Grondstoffen die uit stortplaatsen gewonnen worden kunnen worden opgedeeld in vier categorieën, namelijk:

- Stoffen die vrijwel volledig worden opgewerkt tot een grondstof die niet meer van primair te onderscheiden is. Bijvoorbeeld koper en goud. Vrijwel volledig omdat geen enkel scheidingsproces 100% scheidingsrendement kent.
- Stoffen die als zodanig worden gebruikt voor hetzelfde materiaal en dezelfde functie als voorheen. Bijvoorbeeld grond.
- Stoffen die in een minder hoogwaardige toepassing worden gebruikt. Bijvoorbeeld metselwerk of beton dat in menggranulaat wordt toegepast. Dit wordt ook wel down cycling genoemd.
- RDF (restfractie), waarvan de energie-inhoud wordt gebruikt.

In essentie wijken deze categorieën niet af van grondstoffen die met bron- of nascheiding in de huidige regulier afvalinzameling en scheiding te zijn hergebruiken.

Theoretisch kan met een ongelimiteerde hoeveelheid middelen en energie technisch elke stof terug worden gewonnen uit het afval van een stortplaats. De vraag is voor welke grondstoffen het duurzamer is deze terug te winnen uit een stortplaats.

5.1.1 Samenstelling grondstoffen voormalige stortplaatsen NL

De samenstelling van het stortmateriaal is vaak afhankelijk van het verzorgingsgebied en nabijheid van industrieën en bedrijven. De terugwinbare hoeveelheden grondstoffen die in een stortplaats aanwezig zijn, zullen dan ook verschillen van stortplaats tot stortplaats.

Voormalige stortplaatsen kunnen worden ingedeeld in stortplaatsen met:

- Voornamelijk huishoudelijk afval,
- Voornamelijk bouw- en sloopafval of
- Afval afkomstig van verschillende bronnen.

Op basis van gegevens van:

- RIVM (2002). Onderzoek naar de fysische samenstelling van het Nederlandse huishoudelijke restafval in 2000 en 2001. RIVM, Bilthoven.
- CBS (2002). Statline. Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden. CBS, Voorburg/Heerlen.
- SVA (1980). Beperking en hergebruik van afval van particuliere huishoudingen. Stichting Verwijdering Afvalstoffen, Amersfoort.
- Afval Overleg Orgaan (AOO) – Tienjarenprogramma Afval

Kan de samenstelling van het afval voor de drie verschillende typen stortplaatsen voor de periode van 1958 tot 1990 bij benadering worden afgeleid. De samenstelling van huishoudelijk afval is na 1990 drastisch gewijzigd onder andere ten gevolge van gescheiden papier, kunststof en GFT inzameling. Voor de voormalige stortplaatsen is de samenstelling in de periode van voor 1990 van belang. In tabel 5.1 is de gemiddelde samenstelling van het huishoudelijk afval in 1958, 1971 en 1990 in Nederland weergegeven (Compendium voor de Leefomgeving, Samenstelling van huishoudelijk restafval, 1940-2001). Hieruit blijkt dat een groot aandeel van het huishoudelijk afval bestaat uit GFT, zand en grond, papier en glas.

Tabel 5.1: Samenstelling huishoudelijk afval 1958, 1971, 1990 (driejaarlijks gemiddelde) en gemiddeld over de periode van 1958 t/m 1990.

component	1958 (%)	1971 (%)	1990 (%)	gemiddelde 1958 t/m 1990 (%)
GFT (ook inert zand en grond), brood, dierlijk afval en ongedefinieerd restafval	56	52	52	53
papier en karton	20	26	25	24
kunststoffen	0	5	8	4
Glas	2	10	5	6
Ijzer	2	3	3	3
non-ferro metalen	0	0	0.7	0
textiel	1	2	2	2
bijzonder afval/KCA	0	0	0.5	0
overig[1]	19	2	4	8

[1] Voornamelijk hout, keramiek, tapijt, leer en rubber. Tot in de jaren zestig relatief veel kolenas.

In tabel 5.2 is bij benadering de samenstelling van de voormalige stortplaatsen met voornamelijk bouw- en sloopafval weergegeven. De belangrijkste afvalstroom is deze stortplaatsen is keramiek.

Tabel 5.2: Samenstelling bouw- en sloopafval in 1990 (bron AOO uit DHV, 1994)

component	1990 (%)
GFT (ook inert zand en grond)	0.0
papier en karton	0.7
kunststof	1.0
glas	1.4
ferro	1.0
non-ferro	0.4
keramiek	60.0

component	1990 (%)
hout	6.3
diversen brandbaar (o.a. textiel, brood, dierlijk afval, tapijt, leer/rubber)	0.6
diversen niet brandbaar	28.6

Tabel 5.3: samenstelling storten of te verbranden afval (afkomstig van verschillende bronnen) (Uit DHV, 1994).

component	1990 (%)
GFT (ook inert zand en grond)	26.3
papier	15.5
kunststof	6.2
glas	3.1
ferro	2.6
non-ferro	0.5
keramiek	18.7
hout	4.9
diversen brandbaar (o.a. textiel, brood, dierlijk afval, tapijt, leer/rubber)	4.7
diversen niet brandbaar	17.5

In tabel 5.3 is een overzicht opgenomen van de gemiddelde samenstelling van afval afkomstig van verschillende bronnen. Als bron hiervoor zijn de gegevens van de AOO gebruikt. De AOO heeft een overzicht gemaakt van de samenstelling van de volgende afvalstromen: Huishoudelijk afval, grof huishoudelijk afval, kantoor-, winkel en dienstenafval, ziekenhuisafval, industrieel afval, bouw- en sloopafval, shredderafval, reinigingsdiensten afval. Hiermee wilde het AOO een overzicht krijgen van het afval dat gestort of verbrand werd. Het AOO heeft echter niet uitgezocht of de samenstelling van het te storten materiaal gelijk is aan die van het te verbranden afval. De belangrijkste afvalstromen zijn GFT, waaronder zand en grond, keramiek, diverse niet brandbare materialen en papier.

Organisch materiaal in de voormalige stortplaats wordt afgebroken door natuurlijke processen. Hierdoor kan het aandeel GFT, papier en hout op dit moment lager zijn dan ten tijde van het storten van het materiaal.
Tevens was het destijds niet ongewoon om tijdens het storten zo nu en dan delen van de stort in brand te steken, zodat brandbaar materiaal verdween. Hierdoor zal ook het aandeel GFT, papier, hout en plastic in de stortplaats in de praktijk minder zijn dan op basis van de kengetallen van het afval kan worden aangenomen.

5.1.2 Toepassing grondstoffen uit stortplaatsen

Onderstaande tabel 5.4 geeft weer welke grondstoffen met de huidige technologie te winnen zijn uit een stortplaats. Tevens geeft de tabel weer welke categorie toepassing het betreft.

Tabel 5.4 Terugwinbare grondstoffen bij afvalmining

Grondstof	Wijze van toepassing
Grond	Hergebruik
Metselwerk	Down cycling
Beton	
Glas	
Metalen	Hergebruik

In tabel 5.5 zijn de grondstoffen weergegeven, die op het moment niet geschikt zijn voor materiaalhergebruik, de reden waarom en welke toepassing wel mogelijk is.

Tabel 5.5 Niet-terugwinbare grondstoffen bij afvalmining

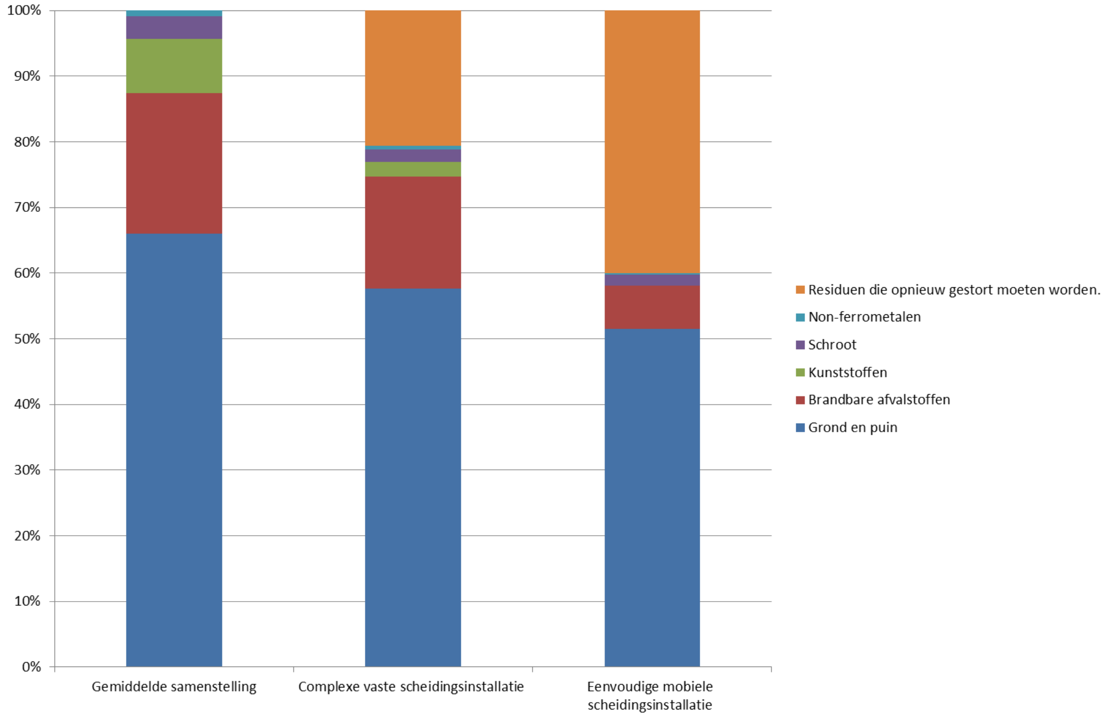
Grondstof	Reden waarom materiaalhergebruik bij afvalmining niet realiseerbaar is	Momenteel mogelijke toepassing bij afvalmining	
Gips	Te veel verontreiniging	Opnieuw storten	
Hout	Te veel verontreiniging en onvoldoende resterende kwaliteit	Energieterugwinning	Refuse Derived Fuel ook wel RDF
Organische stoffen voor bijvoorbeeld compost	Te veel verontreiniging (o.a. zware metalen)	Energieterugwinning	
Papier	Te veel verontreiniging (o.a. scherpe objecten, geur) en onvoldoende resterende kwaliteit	Energieterugwinning	
Textiel	Te veel verontreiniging, teveel gemengd en onvoldoende resterende kwaliteit	Energieterugwinning	
Plastic	Te veel verontreiniging en onvoldoende resterende kwaliteit	Energieterugwinning	
Rubber	Te veel verontreiniging en onvoldoende resterende kwaliteit	Energieterugwinning	
Zeldzame aardmetalen minder edel dan koper waaronder Gallium en Germanium	De recycling van koperschroot zullen alle minder metalen minder edel dan koper in de slakfase belanden. Met de huidige techniek en marktprijzen zijn deze dure grondstoffen nog niet terugwinbaar.	Geen	
Gevaarlijk afval/ chemisch afval	sterk verontreinigd	opnieuw storten	

Voor de meeste stoffen die niet terugwinbaar zijn, is de mate van verontreiniging door ongewenste stoffen de belangrijkste reden. Ook is de resterende conditie van het materiaal onvoldoende voor hoogwaardig toepassing. Brandbare materialen zoals hout, organische stoffen, papier, textiel, plastic en rubber worden ook wel Refuse Derived Fuel (RDF) genoemd en kan worden ingezet als brandstof in AVI's. Aandachtpunt is dan wel de calorische waarde van dit materiaal.

5.1.3 Samenstelling grondstoffen in stortplaatsen in Zweden

In Zweden is een *case* studie uitgevoerd die laat zien welke hoeveelheden in een gemiddelde stortplaats aanwezig zijn en vooral in hoeverre grondstoffen terug te winnen zijn met verschillende scheidingsinstallaties (Frändegård et al., 2013).

Figuur 5.6 Terugwinbare hoeveelheden grondstoffen



Figuur 5.6 laat zien dat bij de pilot in Zweden afhankelijk van de scheidingsinstallatie 60 tot 80% van het afval te gebruiken was. Een 20 tot 40% moest opnieuw gestort worden.

5.1.4 Waarde van grondstoffen

Grond en puin
De grote bulk bestaat uit grond en steenachtige materialen. De grond en het puin zullen met moeite of niet voldoen aan de eisen voor de milieuhygiënische kwaliteit uit het Besluit bodemkwaliteit. Zelfs indien hieraan voldaan wordt is sprake van een bouwstof met slechts een beperkte marktwaarde. Het is aannemelijk te veronderstellen dat in het gunstige geval de afzet ongeveer kostenneutraal is.

Brandbaar afval (RDF)
Stortplaatsen met huishoudelijk afval bevatten het meeste brandbare afval, circa 36 tot 80%. Brandbaar afval kan worden toegepast in afval verbrandingsinstallaties. In deze installaties wordt tot 80% van de energie omgezet in elektriciteit of warmte. Ondanks de substantiële opbrengsten van de geproduceerde elektriciteit is dit slechts genoeg voor circa een derde van de kosten. De afzet van brandbaar afval in afval

verbrandingsinstallaties zal afhankelijk van de marktsituatie tussen de 50 en de 90 euro per ton kosten.

Aandachtspunt is de stookwaarde van de brandbare fractie. Deze kan verschillen van het gangbare afval dat in een afval verbrandingsinstallatie wordt toegepast.

Kunststoffen

Kunststoffen werden in het verleden veel minder toegepast dan tegenwoordig. Daarom is het te verwachten aandeel kunststoffen in de voormalige stortplaatsen relatief laag is. In voormalige stortplaatsen met voornamelijk huishoudelijk afval wordt het hoogste aandeel kunststof verwacht, namelijk 4,7 tot 8,1%. Met een geavanceerde installatie is circa een kwart van de kunststoffen terug te winnen. Hoogwaardig materiaalhergebruik van kunststoffen vereist zeer zuivere fracties geschoond van aanhangend vuil en andere kunststof soorten. In de praktijk zal het lastig blijken de kunststoffen uit stortlichamen zodanig te scheiden en reinigen. Dit zal ervoor zorgen dat het materiaalhergebruik in de praktijk vaak zal resulteren in down cycling in mix kunststoffen of energieterugwinning in cementovens.

Metalen

Schroot en non-ferroschroot vertegenwoordigen de grootste financiële bate bij afvalmining. Het materiaalhergebruik van deze grondstoffen levert niet alleen de meeste euro’s op, maar ze draagt ook het meeste bij aan het milieu. Zelfs bij een geavanceerde scheidingsinstallatie wordt maar ongeveer 2 gewichtsprocent schroot en 0,5 gewichtsprocent non-ferrometalen teruggewonnen.

6 SCHEIDINGSTECHNIEKEN

6.1 Inleiding

Om grondstoffen uit een stortplaats te winnen zullen de bruikbare grondstoffen afgescheiden moeten worden van de niet-bruikbare reststoffen.

Een scheidingstechniek is een techniek waarbij van een bepaalde gemengde stof de deeltjes gescheiden worden op basis van één of meerdere fysieke eigenschappen. Veel gebruikte fysische eigenschappen zijn onder andere:
- Dichtheid.
- Deeltjesgrootte.
- Magnetisme.
- Geleidbaarheid.
- Kleur.
- Infrarood reflectie
- Fluorescentie.
- Capaciteit statische elektriciteit.
- Geleidbaarheid/weerstand.

Historisch werden afvalscheidingstechnieken grotendeels afgeleid van technieken die al geruime tijd in de mijnbouw werden toegepast. De laatste decennia worden steeds meer scheidingstechnieken gepresenteerd die specifiek voor afval zijn ontwikkeld.

Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe schoner en beter gedefinieerd een mengsel stoffen is hoe geavanceerder een scheidingstechnologie kan zijn. Afval dat jarenlang op een stortplaats heeft gelegen en onder invloed van afbraakprocessen heeft gestaan heeft robuustere scheidingstechnieken nodig dan bijvoorbeeld productieafval dat bestaat uit een schoon mengsel van twee soorten kunststof.

De volgende twee sub paragrafen gaan in op respectievelijk de beschikbare en gebruikte scheidingstechnologieën en mogelijk toekomstige scheidingstechnieken.

6.2 Huidige scheidingstechnieken

Tabel 6.1 geeft een overzicht van momenteel toegepaste scheidingstechnieken bij afvalmining en de beoogde teruggewonnen grondstoffen van de scheidingstechnieken.

Tabel 6.1 Momenteel gebruikte scheidingstechnologieën bij afvalmining

Techniek	Effect scheidingstechniek/ voorbewerkingstechniek	Mogelijk terug te winnen grondstof(fen)
Zeven (trommel-, schud- en sterzeven)	• Scheidt op basis van deeltjesgrootte. (ook voorbewerkingstechniek)	• Grond • Puin
Wasstap	• Verwijdert een verontreiniging van fijne deeltjes uit een afvalstroom met grovere deeltjes. (ook voorbewerkingstechniek)	• Zand • Puin
Sedimentatiebekken	• Scheidt deeltjes heel accuraat op deeltjesgrootte	• Zand • Verontreinigende fijne fractie

Techniek	Effect scheidingstechniek/ voorbewerkingstechniek	Mogelijk terug te winnen grondstof(fen)
Magneetscheider	• Scheidt magnetische deeltjes van de andere deeltjes af.	• Voornamelijk ijzer, maar ook nikkel en kobalt.
Stenenscheider	• Verwijderd stenen en puin uit een afvalstroom	• Puin
Koprolmagneetscheider (EC scheider)	• Scheidt geleidende deeltjes van niet geleidende deeltjes	• Koper • Aluminium • Edelmetalen • en in mindere mate lood, roestvrijstaal en andere niet-magnetische metalen
Windshifter	• Scheiden op basis van schijnbare dichtheid (de combinatie van het schijnbare volume en de dichtheid)	• Brandbare stoffen uit de lichte fractie zoals papier, folies en sommige andere kunststoffen.
Handmatig sorteren	• Mensen kunnen in principe alle gewenste stoffen uit een afvalstroom scheiden mits deze visueel herkenbaar zijn en de deeltjesgrootte meer dan circa 1 à 2 cm is.	• Divers

De scheidingstechnologieën, die momenteel worden gebruikt bij het ontginnen van stortplaatsen door middel van afvalmining zijn eenvoudige standaard technieken. Deze technieken zijn ook relatief goedkoop. De enige uitzondering hierop zijn rolkopmagneten waarbij de hogere investering wordt gerechtvaardigd door de hoge opbrengsten van non-ferrometalen.

Metallurgische processen zijn bij uitstek geschikt om verontreinigingen aan metalen tijdens het recycling proces te verwijderen. Organische verontreinigingen worden verbrand en anorganische verontreinigingen belanden in de slak.

De scheidingstechnieken bij afvalmining leveren per definitie materiaalstromen op met een zekere mate van vervuiling.

6.3 Toekomstige scheidingstechnieken

Het is de verwachting dat scheidingstechnologieën die momenteel bij afvalstoffen worden toegepast hun intrede zouden kunnen doen bij afvalmining.

Tabel 6.2 geeft een overzicht van innovatieve scheidingstechnologieën voor afvalstoffen. Deze technieken zijn beschikbaar, maar worden nog niet op grote schaal gebruikt. Over het algemeen wordt dit veroorzaakt doordat ze kapitaalintensiever zijn. Een andere belangrijke factor is dat voor een succesvolle scheiding de te scheiden afvalstoffen beter gedefinieerd moeten worden. Dit betekent dat bijvoorbeeld er een kleine spreiding in de deeltjesgrootte is en aanhangend vuil verwijderd is. Tot slot geldt dat de technieken, die gebruik maken van water duurder zijn, doordat de technologie resulteert in afvalwater en natte afvalfracties. In principe zijn de innovatieve scheidingstechnieken toepasbaar op afval uit mining projecten. Echter de vervuiling door aanhangend vuil en deels afbraak van het materiaal uit stortplaatsen, zorgt er voor

dat de toepassing wel uitdagingen met zich mee zal brengen. Het hergebruik van kunststof en plastics zal vooral laagwaardigere toepassingen kennen.

Tabel 6.2 Toekomstige scheidingstechnologieën bij afvalmining

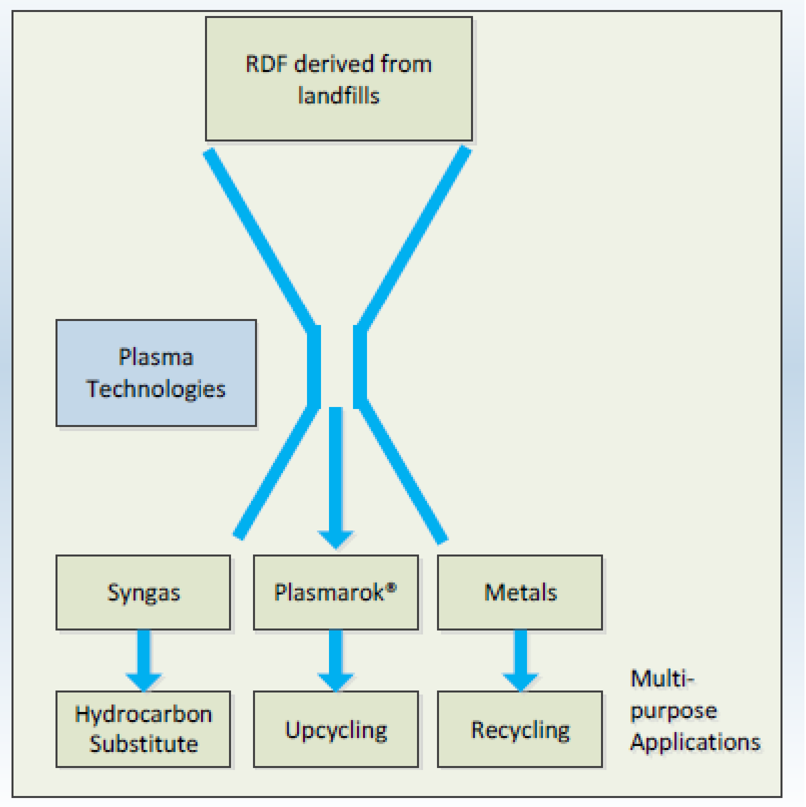
Techniek	Effect scheidingstechniek/ voorbewerkingstechniek	Mogelijk terug te winnen grondstof(fen)
NIR-scheiding (Near Infra red)	• Scheiden op infraroodreflectie	• Papier • Verschillende soorten kunststoffen • Etc.
Röntgen-scheiding	• Scheiden op röntgenreflectie	• Verschillende metalen
Kleurdetectie	• Scheiden op kleur	• Gekleurd glas
Waterbak	• Scheiden op dichtheid boven en onder 1 g/cm^3	• Scheiden op dichtheid boven en onder 1 g/cm^3
Magnetische dichtheidsscheiding	• Scheiden op voor hogere dichtheden dan 1 g/cm^3	• Verschillende soorten kunststoffen • Verschillende soorten metalen
Tribo scheiding	• Elektrostatische scheiding	• Kunststoffen
Corona scheiding	• Elektrostatische scheiding	• Kunststoffen

Innovatie – ontwikkeling nieuwe technieken

De KU Leuven werkt op het moment binnen het 'Closing the Circle' project aan een onderzoek om RDF met plasma technologie een hoogwaardige toepassing te geven in de vorm van Syngas, Plasmarok® en metalen (figuur 6.1). Dit onderzoek bevindt zich nu in de ontwikkelings- en testfase. Er zijn voornemens om in 2016-2017 een demonstratie opstelling te bouwen, waarmee op grotere schaal materiaal van de Remo stortplaats met de plasma technologie kan worden ge-upcycled.

In de pilots bij de Remo stortplaats wordt 1 ton RDF omgevormd tot ongeveer 1,38 ton syngas, 219 kg plasmarok en 18,8 kg fly ash en 12,5 kg metalen (Spooren et al., 2013).

Figuur 6.1 Plasma technology.(Uit Wille E. et al., 2013).



Syngas is synthetisch gas dat getransformeerd kan worden in een brandstof, dat gebruikt kan worden in het gasnetwerk of voor elektriciteitsopwekking (Taylor et al., 2013). Plasmarok kan worden geproduceerd tot geopolymeren en 'blended cement' en aggregaten. Geopolymeren en 'blended cement' zijn vervangers voor traditioneel cement. Het vervaardigen van traditioneel cement geproduceerd een aanzienlijke hoeveelheid CO^2 (Danthurebandara et al., 2013).

Voor zowel syngas, plasmarok en metalen voorkomen de primaire productie van deze materialen. Zoals beschreven bevindt het onderzoek zich in de ontwikkelings- en testfase. Praktijk onderzoek zal moeten uitwijzen of de plasma technology toepasbaar en rendabel is bij voormalige stortplaatsen.

7 PRAKTIJKCASES

7.1 Uitgevoerde afvalmining projecten

7.1.1 Inleiding

Deze paragraaf beschrijft afvalmining projecten in Nederland en het buitenland. Het betreft geen compleet overzicht, maar een beeld van de verschillende typen afvalminingprojecten die zijn uitgevoerd.

7.1.2 Nederland

In Nederland is de afgelopen jaren op beperkte schaal ervaring opgedaan met afvalmining. De redenen waarom een afvalmining project van de grond kwam waren verschillend. Tabel 7.1 geeft een overzicht weer van enkele bekende projecten en pilots van afvalmining in Nederland. Het overzicht betreft zowel voorbeelden van voormalige als moderne stortplaatsen.

Tabel 7.1 Afvalmining projecten in Nederland

Stortplaats	voormalige / moderne stortplaats	Plaats	Doel van afvalmining	Succes? (doel behaald)	Oorzaak succes/falen	eigenaar / initiatiefnemer
De Sluiner	moderne stortplaats	Wilp	Ruimte (binnen eigen inrichting)	Ja	De teruggave van stortbelasting in combinatie met het genereren van nieuwe stortcapaciteit.	VAR
Boeldershoek '	moderne stortplaats	Hengelo	Grondstoffen (Brandbaar afval en metalen)	Ja	De teruggave van stortbelasting in combinatie met recent afval waarvan bekend was wat waar lag.	Twence
Bovenveld	moderne stortplaats	Rheezerveen	Grondstoffen (Brandbaar afval en metalen)	Ja	De teruggave van stortbelasting in combinatie met recent afval waarvan bekend was wat waar lag.	ROVA
Fort de Pol	voormalige stortplaats	Zutphen	Ruimte(lijke herontwikkeling)	Nee	Veel te weinig herbruikbaar door vervuild slib. Mining geen succes maar sanering wel	Gemeente Zutphen,
Meerendonk	moderne stortplaats	's Hertogenbosch	Grondstoffen (Pilot afvalmining)	Nee	Met de beschikbare technieken (nog) niet rendabel	Gemeente Den Bosch of gemeentelijk samenwerkingsver-band

Stortplaats	voormalige / moderne stortplaats	Plaats	Doel van afvalmining	Succes? (doel behaald)	Oorzaak succes/falen	eigenaar / initiatiefnemer
Crayenstein-West	moderne stortplaats	Dordrecht	Verhuizing stort naar derde Merwede haven, om ruimte vrij te maken voor herontwikkeling	Nee	De aanwezigheid van asbest.	Gevudo
GPGroot,/ Sortiva	moderne stortplaats	Noord-Holland (Alkmaar)	sanering/herinrichting/ mining bestaande stort	Ja	Ja, tot fiscus heffing eiste voor herstorten afval	GP Groot (tegenwoordig Sortiva)
Tilburg / Kemperbaan	voormalige stortplaats	Tilburg	Ruimte maken voor herbestemming	Nee	Te veel niet herbruikbaar materiaal. Sanering ipv mining wel succes	Gemeente Tilburg
De Spinder	moderne stortplaats	Tilburg	Sanering/herinrichting	ja	Geen mining maar herinrichting stortplaats	Gemeentelijk samenwerkingsverband, tegenwoordig Attero
Holtum	voormalige stortplaats	Sittard	Sanering dmv volledig verwijderen stort ivm ontwikkeling logistiek terrein	ja	Sanering met vaste aanneemsom	gemeente Sittard

Samenvattend zijn er de volgende aanleidingen voor het starten van een afvalmining project:

- Gebrek aan ruimte binnen de eigen inrichting. Bijvoorbeeld bij de stortplaats de Sluiner in Wilp van de VAR. De opbrengsten van de additionele stortcapaciteit dekten de netto kosten voor afvalmining.
- Sanering van (delen) van een stortplaats.
- Terugvragen betaalde stortbelasting in combinatie met een overschot aan verbrandingscapaciteit – Bijvoorbeeld de stortplaats Bovenveld in Rheezerveen van de ROVA. Dit is alleen van toepassing op moderne stortplaatsen.
- Beschikbaar maken van het gebied voor andere activiteiten / herontwikkeling – Bijvoorbeeld Stortplaats Fort de Pol in Zutphen.
- Pilot project voor afvalmining bij stortplaats Meerendonk in ’s-Hertogenbosch.

Belangrijke factoren die een rol spelen bij het slagen van deze mining projecten zijn: het creëren van ruimte binnen de eigen inrichting, de teruggave van stortbelasting, bekendheid met en recent afval, mogelijkheden voor herontwikkeling van de locatie.

Belangrijke factoren die een rol speelden bij het niet slagen van de mining projecten zijn, vervuiling (verontreinigd slib), de aanwezigheid van asbest en de mogelijkheden van de ingezette technieken.

Tevens blijkt uit de praktijkcases in Nederland dat er wel enige ervaring is met het minen van voormalige stortplaatsen met als één van de doelen toepassing van grondstoffen, maar dat deze ervaring niet positief was. We kunnen concluderen dat de ervaring in Nederland beperkt is.

7.1.3 Buitenland

Ook in het buitenland heeft op beperkte schaal afvalmining plaatsgevonden. Tabel 7.2 geeft een niet uitputtend overzicht van afvalminingprojecten die zijn gevonden.

Tabel 7.2 Afvalmining projecten in het buitenland[3]

Stortplaats	Plaats	Doel	Daadwerkelijk uitgevoerd	Succes? (doel behaald)	Oorzaak succes/falen
REMO	Houthalen-Helchteren (België)	Ruimte en grondstoffen	ja	ja/pilot	Pilot fase
Nonthaburi	Nonthaburi Province (Thailand)	Pilot sanering plus grondstoffenwinning	Ja	Ja	Terugwinning van brandbare afvalstoffen en compost was mogelijk.
Spitzau	Wenen (Oostenrijk)	Sanering	Ja	Ja	Sanering was het doel.
Fischer	Theresienfeld (Oostenrijk)	Sanering	Ja	Ja	Sanering was het doel.
Reiskirchen	Reiskirchen (Duitsland)	Grondstoffen	Nee	Nee	De kostencalculatie zorgde voor een flink negatieve cashflow
Hechingen	Hechingen (Duitsland)	Grondstoffen	Nee	Nee	De kostencalculatie zorgde voor een flink negatieve cashflow
Dyckerhoffbruch	Wiesbaden (Duitsland)	Sanering plus grondstoffenwinning	Nee	Nee	De kostencalculatie zorgde voor een flink negatieve cashflow
Burghof	Vaihingen/ Horrheim (Duitsland)	Sanering plus grondstoffenwinning	Ja	Nee	De aanvullende grondstoffenwinning op de sanering had kostenneutraal moeten zijn, maar resulteerde in een miljoenenverlies.
Kölliken	Zürich (Zwitserland)	Sanering plus grondstoffenwinning	Ja	Ja	De sanering was noodzakelijk en de kosten vormden geen succesfactor.

[3] Jones et al., 2012; Prechthai et al., 2008; Bernhard et al., 2011; EPA, 1997.

Stortplaats	Plaats	Doel	Daadwerkelijk uitgevoerd	Succes? (doel behaald)	Oorzaak succes/falen
Naples Landfill	Collier County, Florida (Verenigde Staten)	Grondstoffenwinning grond en verminderen risico's. De kosten van afdekken van de stortplaats zonder bodemafdichting waren zodanig hoog dat het financieel aantrekkelijk was dit moment uit te stellen door extra stortcapaciteit te genereren.	Ja	Ja en nee	Echter, het terugwinnen van andere grondstoffen dan grond was geen succes. De kwaliteit was onvoldoende voor afzet.
Edinburg Landfill	Edinburg, New York (Verenigde Staten)	Terugwinnen stortcapaciteit. De kosten van afdekken van de stortplaats zonder bodemafdichting waren zodanig hoog dat het financieel aantrekkelijk was dit moment uit te stellen door extra stortcapaciteit te genereren.	Ja	Ja	Het terugwinnen van grond en genereren van additionele stortcapaciteit was een succes.
Frey Farm Landfill	Lancaster County, Pennsylvania (Verenigde Staten)	Grondstoffenwinning en terugwinnen stortcapaciteit. De kosten van afdekken van de stortplaats zonder bodemafdichting waren zodanig hoog dat het financieel aantrekkelijk was dit moment uit te stellen door extra stortcapaciteit te genereren.	Ja	Ja	Weinig transportkosten door korte afstand en inzet eigen materiaal en personeel. Daarnaast waren er geen stortkosten voor het herstorten van het overgebleven materiaal.

Samenvattend kan gesteld worden dat het succes afhankelijk is van het doel dat gesteld wordt. In de buitenlandse pilots waren de volgende doelen succesvol:

- Sanering.
- Energie uit brandbaar afval.
- Generen van extra stortcapaciteit.

De volgende doelen waren niet succesvol:

- Grondstoffen terugwinnen (onvoldoende kwaliteit).
- Sanering en grondstoffen

7.1.4 Conclusie praktijkcases

De praktijkcases laten zien dat het technisch mogelijk is voormalige stortplaatsen te minen. Bij de financieel succesvolle projecten was het primaire doel sanering of additionele ruimte op de stortplaats. Het terugwinnen van grondstoffen was hooguit een nevenactiviteit met wisselende resultaten. Voor de voormalige stortplaatsen zal het creëren van additionele stortcapaciteit geen reden zijn voor mining. De teruggave van stortbelasting is ook niet aan de orde bij de voormalige stortplaatsen.

We kunnen stellen dat er in het buitenland beperkte ervaring is met mining van voormalige stortplaatsen met als doel het terugwinnen van grondstoffen en dat de business case niet rond kwam.

8 DISCUSSIE, CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

Verduurzaming en mining voormalige stortplaatsen
Een voormalige stortplaats is een terrein waar in het verleden afval is gestort. "Voormalige" betekent in de strikte zin dat de stortplaats voor 1 september 1996 is gesloten. Van dit soort stortplaatsen liggen er 3000 tot 6000 in Nederland. Het grootste deel van de voormalige stortplaatsen is in eigendom van overheden. Ze hebben over het algemeen geen of een laagwaardige bestemming en nemen zo ruimte in die hoogwaardiger gebruikt zou kunnen worden. Op het merendeel van deze stortplaatsen is afval gestort zonder bodem beschermende voorzieningen. Uit onderzoeken is gebleken dat in veel gevallen de actuele milieurisico's op en rondom de voormalige stortplaatsen beperkt zijn. Echter de aanwezigheid van het afval blijft een potentieel risico vormen voor ongewenste milieu effecten, zoals emissie van stortgas en vervuiling van de onderliggende bodem en grondwater.

Binnen het project Introductie Duurzaam Storten zijn proeven gepland om op moderne stortplaatsen verduurzamende maatregelen te treffen. Moderne stortplaatsen zijn stortplaatsen, waar na 1 september 1996 nog afvalstoffen zijn gestort en die daarna zijn gesloten en vallen onder het Stortbesluit Bodembescherming. Het doel van de verduurzaming is het dusdanig verminderen van het emissie potentieel van de moderne stortplaats door het nemen van verduurzamende maatregelen, zolang de onderafdichting in tact is. Zodat er in de toekomst geen onacceptabele rest emissie meer mogelijk is en een bovenafdichting niet meer nodig is. Dit wordt gedaan door infiltratie van water en beluchten om natuurlijke afbraak van materialen in het stortlichaam te stimuleren.

Mining wordt gedefinieerd als: het proces van het winnen van materialen of andere natuurlijke hulpbronnen uit afvalstoffen, die in het verleden zijn gestort. Het minen van de voormalige stortplaatsen om herbruikbare materialen en energie terug te winnen is interessant vanwege het verminderd gebruik van primaire grondstoffen, het neemt milieurisico's op de lange termijn weg en is ook vanuit ruimtelijk perspectief interessant. In het verleden heeft mining van stortplaatsen al in de belangstelling gestaan, maar is weinig gerealiseerd.

Deze studie geeft inzicht in de mogelijkheden voor het verduurzamen en minen van de voormalige stortplaatsen.

8.1 Verduurzaming voormalige stortplaatsen onderzoeksvragen en beantwoording

Aan het begin van deze deskstudie zijn een zestal onderzoeksvragen met betrekking tot verduurzaming geformuleerd. Deze onderzoeksvragen worden hieronder beantwoord aan de hand van de analyse in hoofdstuk 3.

1. Welke technische maatregelen zijn op dit moment of in de toekomst beschikbaar toe te passen om een stortplaats te verduurzamen?

Het toedienen van water en lucht, al dan niet met of zonder additieven of solventen, zijn de maatregelen die beschikbaar zijn om een stortplaats te verduurzamen.

2. Welke ervaring is er al opgedaan met deze technieken? Of welke plannen bestaan om deze technieken te gaan toepassen en op welke termijn kunnen resultaten verwacht worden?

Er is enige ervaring met uitvoering van infiltratie en beluchting maar geen ervaring met het realiseren van een verduurzaamde stort. Er is nog vrijwel geen ervaring met het monitoren van verduurzaming. Van de voorgenomen full scale pilot projecten van Duurzaam Stortbeheer wordt verwacht dat die de nodige bruikbare informatie zullen gaan leveren

3. Welke kosten zijn aan deze maatregelen verbonden?

Van de kosten van verduurzaming in de IDS-projecten zijn generieke indicaties beschikbaar. De betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van deze ramingen voor de voormalige stortplaatsen, is niet duidelijk. Voor een indicatie van het kosten niveau van verduurzaming van voormalige stortplaatsen is er echter geen beter uitgangspunt. Cumulatie van afgeleide kostenindicaties en de bijbehorende grote onzekerheden levert een generieke kosten niveau, in de orde van grootte van minimaal 1 miljoen € voor een kleine voormalige stortplaats van 2 ha. Gezien de grote onzekerheden en grote invloed van lokale factoren is deze kostenindicatie hooguit enigszins richting gevend en niet geschikt voor besluitvorming.

4. Wat zijn milieu hygiënische risico’s en randvoorwaarden van het proces van verduurzaming van voormalige stortplaatsen?

Er zijn twee belangrijke milieurisico’s:

Verhoogde emissies
Het NAVOS-onderzoek heeft aangetoond dat actuele emissies vanuit de stortplaatsen naar het grondwater beperkt zijn. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door een combinatie van het type afval dat er ligt, het tijdseffect (verontreinigingen zijn al ‘vertrokken”) en natuurlijk afbraak in en onder de stortplaats, waardoor er een evenwicht is ontstaan. Verduurzamende maatregelen zullen dit evenwicht verstoren en waarschijnlijk leiden tot een tijdelijke verhoogde emissie van verontreinigingen naar het grondwater en de atmosfeer, zeker in geval van “vernatting”. Het is niet bekend hoe lang deze verhoogde emissies zullen duren. IDS gaat uit van een behandelperiode van 8 tot 13 jaar met als randvoorwaarde een goed functionerende onderafdichting. Bij voormalige stortplaatsen ontbreekt een onderafdichting. Maatregelen zijn nodig om de stortplaats geohydrologisch te isoleren van zijn omgeving en maatregelen zijn nodig om emissies naar de atmosfeer af te vangen of controleren. Aandachtspunt is ook goede informatievoorziening richting omwonenden over de eventuele risico’s en maatregelen, die genomen worden om risico’s te mitigeren.

Afval blijft aanwezig
Bij het nemen van verduurzamende maatregelen blijft het afval aanwezig. Monitoring, controle, beheer en onderhoud zal in een nazorgplan moeten worden geregeld.
De maatregelen moeten passen in autonome herontwikkeling van de stortplaats. In de huidige praktijk vindt er herontwikkeling plaats van stortplaatsen. Het uitvoeren van verduurzamende maatregelen legt mogelijk een beperkende claim op wat er in de komende 10 tot 15 jaar met de voormalige stortplaats mogelijk is.

Er is een belangrijke randvoorwaarde: Het moet mogelijk zijn om het effect van de maatregelen te monitoren. Bij een voormalige stortplaats is dat een probleem omdat de kwaliteit van percolaat dat in de bodem infiltreert niet goed kan worden gemeten. Het effect van dit percolaat op de grondwaterkwaliteit zal ook niet gemakkelijk eenduidig kunnen worden vastgesteld.

5. Wat is er bekend over de verkorting van de stabilisatietermijn van een verduurzaamde stortplaats (in tegenstelling tot natuurlijk verloop van processen)?

IDS gaat uit van een tijdspanne van 8 tot 13 jaar waarbinnen een verduurzaamd stortlichaam bereikt zou moeten kunnen worden in de full scale pilot projecten. Er is geen onderbouwing beschikbaar voor het vaststellen van de termijn waarbinnen bij een voormalige stortplaats stabilisatie (zoals chemisch en geotechnisch) versnelt optreedt als gevolg van verduurzamende maatregelen. Tevens is er geen inzicht op welke termijn en of er via het natuurlijke tijdspad stabilisatie van een voormalige stortplaats optreedt.

6. In hoeverre is een kosten-batenanalyse van verduurzamen van stortplaatsen in te vullen met de huidige beschikbare informatie?

De kosten zijn op hoofdlijnen indicatief gemaakt en de grote onzekerheden zijn benoemd. Voor een kleine stortplaats van 2 ha kunnen de totale kosten in de orde van grootte van minimaal 1 miljoen € uitkomen. De baten van verduurzamende maatregelen op voormalige stortplaatsen kennen nog grotere onzekerheden. De baten van verduurzamende maatregelen zijn in dit stadium niet generiek te kwantificeren in verband met de mogelijke restrisico’s voor het milieu, het onbekende tijdspad waarbinnen resultaten zijn te boeken, de stortplaats specifieke omstandigheden en omdat de baten zich ook voor een deel op het sociale vlak uitten.

Op basis van de beschikbare informatie is geen generieke kosten-baten analyse te maken.

8.2 Mining van voormalige stortplaatsen onderzoeksvragen en beantwoording

Aan het begin van deze deskstudie zijn een viertal onderzoeksvragen met betrekking tot mining van de voormalige stortplaatsen geformuleerd. Deze onderzoeksvragen worden hieronder beantwoord aan de hand van de analyse in hoofdstuk 4 tot en met 7.

1. Welke conclusies ten aanzien van haalbaarheid van mining zijn te trekken uit momenteel beschikbare informatie (pilots en voorbeeldprojecten)?

De praktijk cases laten zien dat het technisch mogelijk is voormalige stortplaatsen te minen. Bij de financieel succesvolle projecten was het primaire doel sanering of het creëren van additionele ruimte op de stortplaats. Het terugwinnen van grondstoffen was hooguit een nevenactiviteit met wisselende resultaten. Voor de voormalige stortplaatsen zal het creëren van additionele stortcapaciteit geen reden zijn voor mining. We kunnen stellen dat er beperkte ervaring is met mining van voormalige stortplaatsen met als doel het terugwinnen van grondstoffen en dat de business case niet rond kwam.

2. In hoeverre zijn deze conclusies van toepassing op voormalige (NAVOS) stortplaatsen in Nederland?

In principe zijn er herbruikbare grondstoffen in de voormalige stortplaatsen aanwezig en zijn scheidingstechnieken bekend. De praktijk cases wijzen echter ook uit dat bij de succesvolle mining projecten, waarbij de grondstoffen gewonnen en toegepast zijn, het recent afval betrof en bekend was, wat waar lag. Dit is bij de voormalige stortplaatsen niet (goed) bekend. Uit de praktijkcases blijkt dat door onverwachte gebeurtenissen (aanwezigheid van asbest, vervuild slib, tegenvallend scheidingsrendement) een mining project aanzienlijk meer kan gaan kosten en daardoor in financiële zin niet succesvol is.

De voormalige stortplaatsen met huishoudelijk afval bevatten naar schatting het hoogste percentage brandbaar afval (RDF): een 36 tot 80%. Over het algemeen wordt deze fractie nu verbrand. Door mogelijke toekomstige nieuwe technieken, kunnen deze worden omgezet in een hoogwaardige bouwstof, metalen en gas. Ook bevatten de huishoudelijke stortplaatsen het hoogste percentage metalen. De metalen hebben hogere opbrengsten en de primaire productie daarvan kost veel energie.
De kosten en de baten van het minen van de voormalige stortplaatsen zijn in de praktijk niet eenduidig te kwantificeren. Wat op papier een sluitende business case kan lijken, kan in de uitvoering anders uitpakken door onzekerheid over de materialen en de kwaliteit van de materialen in de stortplaats. Veel zal afhangen van lokale omstandigheden en pas blijken wanneer al begonnen is met minen.
Mining leek bijvoorbeeld veel belovend bij Fort de Pol, maar bleek een dreigend miljoenen verlies te leveren. Door de mining in een sanering te transformeren die een rendabele herbestemming mogelijk maakte is de herontwikkeling van Fort de Pol alsnog een succes geworden.

3. Wat zijn de ervaringen met afvalmining uit voormalige (NAVOS) stortplaatsen in Nederland?

Belangrijke factoren die een rol spelen bij het slagen van deze mining projecten zijn: bekendheid met type afval en recent afval, mogelijkheden voor herontwikkeling van de locatie.
Belangrijke factoren die een rol speelden bij het niet slagen van de mining projecten zijn, vervuiling (verontreinigd slib), de (on)mogelijkheden van de ingezette technieken en te weinig herbruikbaar materiaal. Tevens blijkt uit de praktijk cases in Nederland dat er wel enige ervaring is met het minen van voormalige stortplaatsen met als één van de doelen toepassing van grondstoffen, maar dat deze ervaring niet positief was. We kunnen dus wel stellen dat de ervaring in Nederland beperkt is.

4. Welke (toekomstige) ontwikkelingen kunnen bijdragen aan de haalbaarheid van afvalmining?

De ontwikkelingen van de afgelopen jaren laten zien dat afvalscheidingslijnen voor steeds complexere afvalstromen worden gebouwd. Deze kunnen steeds effectiever verschillende grondstoffen scheiden. Kortom technisch is de weg open naar nieuwe ontwikkelingen. In Nederland, maar ook in het buitenland is de ervaring met het minen van stortplaatsen voor de toepassing van afvalstoffen beperkt. In de praktijk blijkt dan dat er te vaak problemen/risico's en onzekerheden zijn, die voor onverwachte kosten zorgen waarmee de business case niet rond komt. Echter gezien de beperkte ervaring, is het niet vreemd dat mining van voormalige stortplaatsen, onzekerheden en financiële risico's met zich meebrengt. Elk van de betrokken partijen bij het minen van een stortplaats werkt zijn eigen business case uit.
De toekomstige ontwikkelingen, die een mining project succesvol kunnen maken, zitten dan ook niet zozeer in de technieken, de waarde van de grondstoffen of de grondprijzen, maar meer in de vraag hoe zorgen we ervoor dat we alle kennis en ervaring uit de markt inzetten en hoe zorgen voor een georganiseerde aanpak? En wat vinden we duurzaamheid in termen van minder gebruik primaire grondstoffen, afname milieurisico's en "people" waard?

8.3 Conclusies

Ten aanzien van het verduurzamen van de voormalige stortplaatsen concluderen wij dat:

- Het is niet bekend welke andere of betere gebruiksmogelijkheden een verduurzaamde stortplaats heeft, ten opzichte van situatie zonder verduurzamen.
- Het is niet bekend welke netto milieuvoordelen worden behaald, in verband met de emissies richting bodem en lucht die waarschijnlijk zullen optreden als gevolg van de verduurzaamde maatregelen.
- Het is niet bekend of het effect van verduurzamingsmaatregelen kan worden gemonitord.
- Of en op welke termijn een verduurzaamde stortplaats haalbaar is.
- Het nemen van verduurzamende maatregelen het risico op (her)mobilisatie van verontreinigingen met zich meebrengt.
- Het aanwezige afval een restrisico blijft vormen, dat na uitvoering van de verduurzamende maatregelen aandacht en inspanning vereist. Inerte materialen zoals hele vaten en asbest blijven onveranderd in de stort aanwezig (indien aanwezig), waardoor contact met het stortmateriaal uitgesloten dient te zijn door middel van een robuuste afdeklaag en beheer en monitoring van de locatie.
- Van een groot aantal voormalige stortplaatsen zijn de actuele milieurisico's beperkt en als zodanig ook bekend bij het publiek. Door het actief nemen van maatregelen, plaatsen van geohydrologische schermen en monitoring, kan de beeldvorming ontstaat dat de milieurisico's toch aanwezig zijn.
- Het nemen van verduurzamende maatregelen moet worden afstemt op eventueel toekomstig herontwikkelingsprojecten.
- Door het nemen van verduurzamende maatregelen zal het publieke gebruik van de voormalige stortplaats voor een periode van 10 tot 15 jaar waarschijnlijk uitgesloten zijn.

- Indien de voormalige stortplaats in de toekomst ook in aanmerking zou kunnen komen voor het minen van het afval, is het nu nemen van verduurzamende maatregelen een desinvestering.
- De kosten en baten van verduurzamende maatregelen op voormalige stortplaatsen op voorhand niet generiek te kwantificeren zijn. De kosten kunnen locatie specifiek op basis van nadere uitwerking van maatregelen wel beter worden ingeschat, maar op voorhand kan worden verwacht dat deze kosten hoog zijn.

Ten aanzien van het minen van de voormalige stortplaatsen concluderen wij dat:

- Het grootste deel van het huishoudelijk afval in de voormalige stortplaatsen zal naar verwachting bestaan uit GFT, zand en grond (48%), papier (24%), glas (9%) en kunststof (6,5%) en voor de stortplaatsen met voornamelijk bouw- en sloopafval uit keramiek. Het grote deel GFT, zand en grond zal met moeite voldoen aan de kwaliteit van IBC bouwstof.
- Nieuwe scheidingstechnieken doen hun intrede op de afvalbewerkers markt. Probleem bij het afval van de voormalige stortplaatsen is dat het sterk gemengd is en veel aanhangend vuil heeft. De restfractie RDF, die over het algemeen nog steeds verbrand wordt, zou in de toekomst door technieken, die nog in ontwikkeling zijn, omgezet kunnen worden tot een hoogwaardige bouwstof.
- De praktijk cases laten zien dat het technisch mogelijk is voormalige stortplaatsen te minen. Bij de financieel succesvolle projecten was het primaire doel sanering of het creëren van ruimte voor herontwikkeling. Het terugwinnen van grondstoffen was hooguit een nevenactiviteit met wisselende resultaten. Door onverwachte gebeurtenissen (vervuild slib, weinig mogelijkheden voor een toepassing) kan een mining project aanzienlijk meer gaan kosten en daardoor in financiële zin niet succesvol zijn.
- Als we naar de opbouw van de business case van mining kijken zijn de waarde van de afname van gebruik primaire grondstoffen en de afname van milieurisico's en de waarde van "people" moeilijk te beprijzen. Ook blijkt uit de praktijkcase, zoals Fort de Pol, dat de kosten van onvoorziene omstandigheden aanzienlijk kunnen zijn. Zodat wat op papier gunstig leek, in de praktijk toch tegen viel.
- De praktijk cases tonen aan dat steeds andere partijen betrokken waren bij het minen van een stortplaats. Hierdoor is er geen ervarings- en leercurve. Bovendien hebben partijen geen baat bij het ontwikkelen van nieuwe technieken, omdat het maar de vraag is of zij deze een tweede keer kunnen inzetten. Bovendien hanteren de betrokken partijen bij minen van de stortplaats ieder hun eigen business case.
- De toekomstige ontwikkelingen die een mining project succesvol kunnen maken, zitten niet zozeer in de technieken, de waarde van de grondstoffen of de grondprijzen, maar meer in de vraag hoe zorgen we ervoor dat we alle kennis en ervaring uit de markt inzetten en hoe zorgen voor een georganiseerde aanpak? En wat vinden we duurzaamheid in termen van minder gebruik primaire grondstoffen, afname milieurisico's en "people" waard?

8.4 Aanbevelingen

We bevelen aan om:

- Nader te onderzoeken welke betere gebruiksmogelijkheden een verduurzaamde stortplaats heeft ten opzichte van de autonome situatie.
- Nader te onderzoeken welke netto milieuvoordelen worden behaald door het verduurzamen, in verband met de emissies richting bodem en lucht die waarschijnlijk zullen optreden als gevolg van de maatregelen.
- De resultaten van de pilot projecten van IDS af te wachten om de haalbaarheid en effectiviteit van de maatregelen te kunnen beoordelen voor de voormalige stortplaatsen.
- Te onderzoeken of parameters die binnen IDS als indicatief worden beschouwd voor de mate van stabilisatie van (delen van) het voormalige stortlichaam gemonitord kunnen worden bij de voormalige stortplaatsen. Kanttekening hierbij is wel dat er zeer waarschijnlijk sprake is van een zeer heterogeen stortlichaam, dat zich in verschillende stadia van afbraak /stabilisatie bevindt.
- In overleg met de bevoegde gezagen een aantal pilot voormalige stort locaties aan te wijzen, waarvoor een gedetailleerde kosten-baten analyse opgesteld kan worden. Belangrijke uitgangspunten voor de pilotlocaties zouden moeten zijn: bekend welk type afval er ligt, er is sprake van milieurisico's en geen plannen voor mining van de locatie.
- Te accepteren dat het minen van voormalige stortplaatsen zeer waarschijnlijk geld gaat kosten, maar daar staat tegenover dat we handelen vanuit een ander perspectief, namelijk een circulaire economie. Mogelijk zullen op termijn door ervaring zogenaamde sluitende business cases ontstaan.
- Te onderzoeken of er een consortium kan worden opgericht, dat vanuit verschillende invalshoeken, zoals business, maatschappelijk verantwoord ondernemen, beleid, onderzoek en innovatie in scheidingstechnieken, circulaire economie een mining pilot gaat uitvoeren.
- In te zetten op een leercurve voor een consortium. Zodat ervaring, kennis en innovatie kunnen worden ingezet bij het minen van een volgende stortplaats. De baten gaan misschien pas tegen de kosten opwegen, na een aantal geminde stortplaatsen. Houdt rekening met een aanloop tijd.
- Het minen van de voormalige stortplaatsen in zijn totaliteit te bekijken. En niet steeds als afzonderlijke business cases.
- De voormalige stortplaatsen in te delen in categorieën, met dezelfde eigenschappen. En met geïnteresseerde partijen potentieel geschikte stortplaatsen voor mining te identificeren.
- Door middel van een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse de effecten van de mining van voormalige stortplaatsen te onderzoeken. Zoals de effecten op milieuwinst, vermindert primair grondstof gebruik, welzijn en innovatie.

9 BRONNEN

1. Stichting Duurzaam Storten. Introductie Duurzaam Stortbeheer op praktijkschaal, Integraal Plan van Aanpak, 23 januari 2012.

2. Stichting Duurzaam Storten. Reduction of the long-term emission potential of existing landfills, Final report, phase 2, 1 juni 2010.

3. DUIV kerngroep NAVOS. Natural attenuation en voormalige stortplaatsen. NA toetsingsmethodiek en set van kenmerkende NA-parameters, 2002.

4. Wille E., T. Behets, L. Umans. Mining the Anthropocene in Flanders: part 1 – landfill mining ELFM- division, Public Waste Agency of Flanders (OVAM), Mechelen, Belgium. 2nd International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining. Houthalen-Helchteren, 2013.

5. Stichting Duurzaam Storten, Zomeren A. en H.A. van der Sloot. Equistort, stortplaats voor overwegend anorganisch afval, 2006.

6. Stichting Duurzaam Storten, Zomeren A. en H.A. van der Sloot. Monolith, stortplaats voor cement-gestabiliseerd gevaarlijk afval, 2006.

7. Stichting Duurzaam Storten, Zomeren A. en H.A. van der Sloot. Bioreactor, stortplaats voor overwegend organisch afval, 2006.

8. RIVM. Development of emission testing values to assess sustainable landfill management on pilot landfills Phase 2: Proposals for testing values RIVM Report 607710002/2014, april 2014.

9. Jones P.T., Geysen D., Tielemans Y., Van Passel S., Pontikes Y., Blanpain B., Quaghebeur M. and N. Hoekstra. Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. Journal of Cleaner Production Volume 55, 15 September 2013, Pages 45–55 Special Volume: Urban and Landfill Mining.

10. Provincie Overijssel, "Ontwikkelingsmogelijkheden op voormalige stortplaatsen", februari 2011.

11. Royal Haskoning. Visiedocument sanering en ontwikkeling Polder Stededijk, Gemeente Dordrecht, 2005.

12. Provincie Gelderland, "Herontwikkeling van voormalige stortplaatsen", augustus 2008.

13. Werkgroep Nazorg Voormalige Stortplaatsen, "Advies Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS)", april 2005

14. Werkgroep Nazorg Voormalige Stortplaatsen, "Achtergronden bij het advies Nazorg Voormalige Stortplaatsen (NAVOS)", april 2005

15. Stichting Duurzaam Storten. Economische verkenning introductie duurzaam stortbeheer, inzicht in de economische effecten en het besparingspotentieel, 17 januari 2011.

16. Stichting Duurzaam Storten en Royal Haskoning. Minder zorgen om stortplaatsen: naar een risicobeoordeling van gesloten stortplaatsen. Hoofdrapport TNO-cofinancieringsonderzoek categorie 2, augustus 2010.

17. Sufalnet4EU. Sustainable use of former and abandoned landfills for you; a summary of development proposals for European landfill sites, oktober 2012.

18. Provincie Noord-Brabant, "Startdocument VAMOS (voortgezet en actualiserend monitoringsonderzoek stortplaatsen)", 22 november 2005.

19. European Commission. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Thematic Strategy on the sustainable use of natural resources, 2005.

20. Eurostat: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/nl

21. Compendium voor de leefomgeving. Verwerking afval van huishoudens, 1985-2010. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0392-Verwerking-afval-van-huishoudens.html?i=1-4.

22. Compendium voor de leefomgeving. Samenstelling van huishoudelijk restafval, 1940-2001. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl014103-Samenstelling-restafval-huishoudens.html?i=1-4.

23. Provincie Noord-Brabant. Provinciale milieuverordening Noord-Brabant, 2010.

24. Provincie Gelderland. Beleidsnota Bodem, 2012.

25. Provincie Overijssel. Uitvoeringsprogramma voor de ondergrond, 2010-2015, 2010.

26. Gemeente Groningen. Beleidsregel hergebruik voormalige stortplaatsen, 2007.

27. Stichting Duurzaam storten. Opening the Black Box, Process-Based Design Criteria to Eliminate Aftercare of Landfills, 2006.

28. Hogland W., Hogland M. and M. Marques. Enhanced Landfill Mining: material recovery, energy utilization and economics in the EU (Directive) perspective. Proceedings of the First international symposium on Enhanced Landfill Mining, Houthalen Helchteren, October 2010.

29. RIVM. Fysisch onderzoek naar de samenstelling van het Nederlandse huishoudelijke afval. Resultaten 1990. Rapport 736201004.

30. DHV Milieu en Infrastructuur BV. Stortplaatsen: blijvende bron van zorg of toekomstige zorg voor bronnen, Identificatie van technieken en kosten, 1994.

31. Spooren J., Quaghebeur M., Nielsen P., Machiels L., Blanpain B. and Y.Pontikes. Material recovery and upcycling within the ELFM concept of the Remo case. 2nd

International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining, Houthalen-Helchteren, 2013.

32. Taylor R., Chapman C. and A. Faraz. Advanced Plasma Transformations of Syngas derived from landfilled wastes using the gasplasma® process. 2nd International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining, Houthalen-Helchteren, 2013.

33. Danthurebandara M., Van Passel S. and K. Van Acker. Life cycle analysis of enhanced landfill mining: case study for the Remo landfill. 2nd International Academic Symposium on Enhanced Landfill Mining, Houthalen-Helchteren, 2013.

34. Krook. J., Svensson, N. and M. Eklund. Landfill mining: A critical review of two decades of research. Waste Management 32 (2012) 513-520.

35. Frändegård P., Krook J., Svensson N. and M. Eklund. Resource and Climate Implications of Landfill Mining. A case study of Sweden. Journal of Industrial Ecology 17 (2013), 742-755.

36. Prechthai T., Quality assessment of mined MSW from an open dumpsite for recycling potential. Resources, Conservation and Recycling 53 (2008), 70–78.

37. Bernhard A. et al.. Deponierückbau Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotenzial und Klimarelevanz, Umweltbundesamt. 2011.

38. EPA. Landfill Reclamation. Solid Waste emergency response (5306W), 1997.

=o=o=o=